Chem.
17 p

Chem. 4° 17 f Kaiser

WISSENSCHAFTLICHE BEIGABE

ZUM

PROGRAMM DER ST. GALLER KANTONSSCHULE

ZUGLEICH

FESTSCHRIFT

ZU EHREN DES XXV-JÄHRIGEN BESTANDES EINER

GEMEINSAMEN KANTONSSCHULE.

VON

DR. JOSEPH ADOLPH KAISER, PROFESSOR, D. Z. RECTOR.

MIT AUTOGRAPHIEN VON

ZEICHNUNGSLEHRER **LUDWIG GEORG KÜHLENTHAL**, INGENIEUR.

INHALT:

ZUM ANDENKEN AN DIE GRÜNDUNG DER GEMEINSAMEN VERTRAGS-KANTONSSCHULE VOR XXV JAHREN.

WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN:

I. UEBER EINIGE NEUE CHEMISCHE APPARATE DES LABORATORIUMS DER ST. GALLER KANTONSSCHULE.
II. UEBER DIE ASTRONOMISCH-GEOGRAPHISCHE SÄULE IM HOFE DER KANTONSSCHULE.
III. UEBER DIE FORM DES SONNENBILDES.

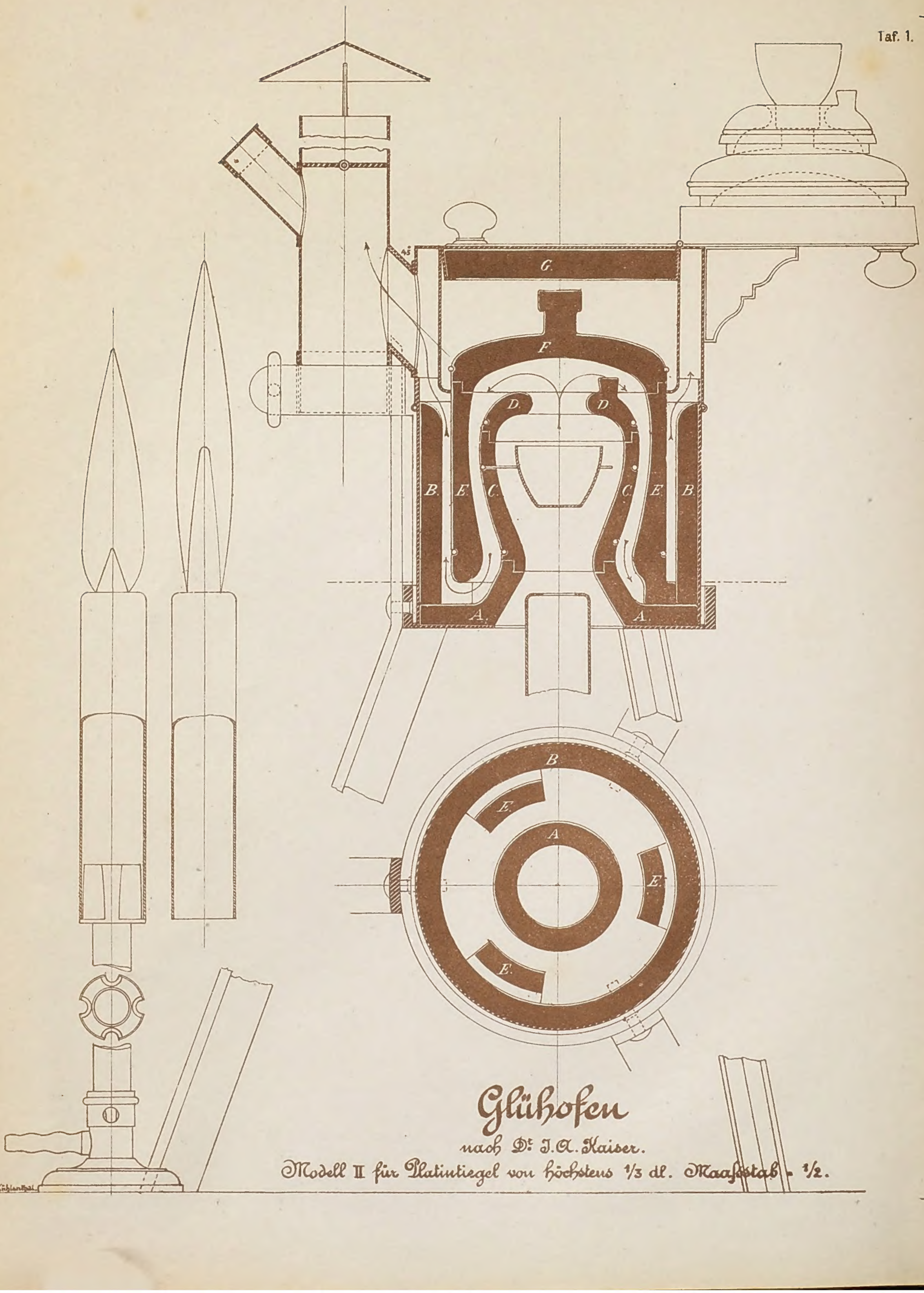
AUSGEGEBEN ANFANGS AUGUST 1882.

ST. GALLEN.

DRUCK DER ZOLLIKOFER'SCHEN BUCHDRUCKEREI.

1882.

367 H



Glühofen

nach Dr. J. A. Kaiser.

Modell II für Platintiegel von höchstens 1/3 dl. Maassstab = 1/2.

WISSENSCHAFTLICHE BEIGABE

ZUM

PROGRAMM DER ST. GALLER KANTONSSCHULE

ZUGLEICH

FESTSCHRIFT

ZU EHREN DES XXV-JÄHRIGEN BESTANDES EINER

GEMEINSAMEN KANTONSSCHULE.

VON

DR. JOSEPH ADOLPH KAISER, PROFESSOR, D. Z. RECTOR.

MIT AUTOGRAPHIEN VON

ZEICHNUNGSLEHRER **GEORG KÜHLENTHAL**, INGENIEUR.

INHALT:

I. UEBER EINIGE NEUE CHEMISCHE APPARATE DES LABORATORIUMS DER ST. GALLER KANTONSSCHULE.
II. UEBER DIE ASTRONOMISCH-GEOGRAPHISCHE SÄULE IM HOFE DER KANTONSSCHULE.
III. UEBER DIE FORM DES SONNENBILDES.

AUSGEGEBEN GEGEN ENDE DES SCHULJAHRES 1881/82.

ST. GALLEN.

DRUCK DER ZOLLIKOFER'SCHEN BUCHDRUCKEREI.

1882.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Dr. JOSEPH ADOLPH KAISER, PROFESSOR D. K. REALSCHULE

GEOGRAPHIE

ZU EHREN DES XXX-JÄHRIGEN BESTANDES EINER

REALSCHULE

PROGRAMM DER ST. GALLER KANTONSSCHULE

FÜR

MATHEMATISCHE BEIGABE

QUOD FELIX FAUSTUMQUE SIT!

Zum Andenken an die Gründung der gemeinsamen Vertrags-Kantonsschule

vor XXV Jahren.

„Gestatten Sie mir, Sie aus diesem Schauplatze des Kampfes und getrübter Anschauungen in eine ruhigere Zeit zurückzuführen, in die Zeit unserer Jugend, in die Zeit, wo das Gemüth reiner fühlte, der Geist klarer sah, wo noch kein Staub der politischen Arena sich auf das Herz gelagert, kein Schweiss politischen Ringkampfes die Sehkraft des geistigen Auges hemmte. Wenn damals ein Ton der Vereinigung beider Anstalten ertönte, wo war ein jugendliches Herz, das sich dessen nicht freute, wo war ein Mitschüler, ein Mitbesucher der katholischen Kantonsschule, der dieses nicht höchst natur- und zeitgemäss fand, wo war einer, der auch nur im Traume sich einen Grund dagegen hätte denken können! Hätte uns aber Jemand gesagt, dass die Interessen der Religion und das Wohl des Kantons gegen eine solche Vereinigung seien, so hätten wir wahrlich ebenso sehr gestaunt als gelacht, und Geist und Herz hätten mit gleicher Kraft und gleichem Spott und Abscheu eine solche Sprache von sich gewiesen. Wie hätten wir in der Vereinigung der Jugend des Einen Vaterlandes etwas Anderes, als die schönste Kräftigung des Staates, in der Kräftigung des Staates das Wohl des Vaterlandes, wie hätten wir darin etwas Anderes, als die Ablegung beschränkter, confessioneller Ansichten und dafür den Aufschwung zur Einen, wahren Sittlichkeit und in diesem Aufschwung die beste Fürsorge für die Interessen der Religion erblicken können! Warum sollen wir jetzt anders denken? Warum sollen wir diesen Gefühlen und Anschauungen der Jugendzeit kein Ohr, keinen Raum mehr schenken? Müssen sie wirklich für ungezeitigtes Obst betrachtet werden, und sind wir berechtigt, unsere jetzige Auffassung mit dem vollen Glanze und der vollen Kraft herbstlicher Reife zu bekleiden? Oder müssen wir uns nicht jetzt auch noch manchmal bekennen, dass jene Entschlüsse, die wir weniger mit der Berechnung des Verstandes, als dem Impulse des Herzens fassen, oft die menschlich schönsten und gerechtfertigtsten sind? Wenn es wahr ist und Sie daran glauben, dass unsere Seele eine göttliche Emanation sei, jedem menschlichen Wesen mit dem ersten Lebensschlag mitgetheilt, wohlan! dann müssen Sie auch glauben, dass die Empfindungen dieser Seele, je näher sie noch ihrem Ursprunge sind, je weniger sich Schlacken des Lebens über sie gelegt haben, auch desto reinere und richtigere seien, denn die Gewässer aller Flüsse sind am reinsten in der Nähe ihrer Quellen; Sie müssen glauben, dass eine Idee, wofür die Jugendzeit begeistert in die Schranken trat, von der sie eine gegentheilige Ansicht nicht einmal ahnen konnte, eine reine, wahre, tief menschliche und vaterländische Idee sei, die kein Mannesalter zu missachten oder zu vergessen befugt ist.“

Mit vorstehenden Worten begann der geistreiche Carl Georg Jacob Sailer (geb. den 10. März 1817, gest. den 3. October 1870), der nachmalige Landammann des Kantons St. Gallen, sein Votum in der Debatte des Grossen Rathes über Errichtung der *gemeinsamen Vertrags-Kantonsschule.* Diese Lehranstalt, welche die nothwendige historische Voraussetzung für die nunmehr bestehende *Staats-Kantonsschule* bildete, ist den 3. November 1856 durch Präsident Dr. jur. Jacob Weder (gest. den 17. October 1872), einen der bedeutendsten Staatsmänner, welche die kurze Geschichte des Kantons St. Gallen aufzuweisen hat, und wie kein Zweiter verdient um die Gründung jener Anstalt, eröffnet worden. Sie beruhte auf einem Vertrage, auf die Dauer von zehn Jahren abgeschlossen zwischen dem Staate, dem katholischen und dem evangelischen Grossen Rathe und der Stadt St. Gallen. Nach diesem Vertrage hatte an die Kosten des Unterhaltes der Anstalt der Staat jährlich 8000, die katholische Administration 33,000, die evangelische Centralbehörde 5000, die Stadt St. Gallen 17,000 Franken zu entrichten, die katholische Administration überdies zahlreiche Localitäten in den Gebäulichkeiten der früheren Abtei (ausser sämmtlichen vom Lehrerseminar benöthigten Räumlichkeiten auch noch die meisten Lehrzimmer für das Gymnasium und eine Wohnung für den Rector), die Stadt den grössern Theil ihres eben erst vollendeten schönen Schulgebäudes auf dem obern Brühl (ausser allen von der Industrieschule, sowie auch einigen vom Gymnasium beanspruchten Lehrzimmern auch noch gegen eine mässige von dem Betreffenden zu leistende Entschädigung die Wohnung des Conrectors) anzuweisen. Die oberste Leitung der Anstalt war einer siebengliedrigen Behörde, dem *Kantonsschulrathe,* anvertraut, in welche der Kleine Rath, d. i. die Regierung, *ein,* der katholische Administrations-

rath *drei,* der evangelische Erziehungsrath *ein,* der genossenbürgerliche Schulrath der Stadt St. Gallen *zwei* Mitglieder zu wählen hatte. Der erste Kantonsschulrath setzte sich zusammen aus Staatsschreiber Jacob Zingg, als dem Delegirten der Regierung, Dr. Weder, Oberst J. L. Bernold, Nationalrath, und Decan J. F. Schubiger, später Domdecan, als den Delegirten der katholischen Administration, J. Kaufmann, Präsidenten des evangelischen Erziehungsrathes, als dem Delegirten dieser Behörde, und Friedrich von Tschudi, V. D. M., und Kaufmann J. T. Wild-Ruosch, als den Delegirten des städtischen Schulrathes. Der schon nach einem halben Jahre zurücktretende Schubiger wurde ohne Vacanz der Stelle durch Sailer ersetzt, der im Jahre 1859 ebenfalls zurücktretende Weder dagegen erst im folgenden Jahre, nachdem in der Zwischenzeit nach einander nicht weniger als vier Gewählte die Wahl abgelehnt, durch Joseph Zündt, damals Bezirksammann, später Landammann. Im gleichen Jahre wie Weder schied auch der in den Regierungsrath gewählte Zingg aus, um ohne Verzug durch den frühern und spätern Landammann J. Mathias Hungerbühler ersetzt zu werden. Bei der ordentlichen Integral-Erneuerung des Kantonsschulrathes im Herbste 1861 wählte die Regierung zunächst wieder Hungerbühler, nach dessen noch im gleichen Jahre erfolgten Eintritt in den Regierungsrath Sailer und nach der Wahl des Letzteren in die Regierung 1864 Bernold, die katholische Administration neben Zündt den Administrationsraths-Präsidenten Leonhard Gmür und den Pfarrer J. M. Wick, später Domcapitular in St. Gallen, der evangelische Erziehungsrath den Pfarrer C. E. Mayer, jetzt Präsident des gemeinsamen Schulrathes der Stadt St. Gallen, der genossenbürgerliche Schulrath neben Dr. v. Tschudi den Obersten C. E. V. v. Gonzenbach, jetzt Präsident des kaufmännischen Directoriums. — Das Präsidium des Kantonsschulrathes bekleideten nach einander Weder und Hungerbühler, Jeder, so lange er in der Behörde sass, und darauf bis zur Eröffnung der Staatskantonsschule Tschudi, der nachmalige Landammann und Präsident des Erziehungsrathes. Ich überschreite die Grenzen absoluter Objectivität und strengster Unparteilichkeit, welche ich hier unbedingt respectirt wissen möchte, nicht um Haaresbreite, wenn ich die Thatsache constatire, dass diese drei Männer besonnenen Geistes und unbeugsamen Muthes ihres Amtes warteten und mit fester und sicherer Hand das ihrer Führung anvertraute neugezimmerte Schifflein zwischen den offenen und verdeckten Klippen durch die tosende und zischende Brandung hindurch jenem ruhigen Curse zuführten, welchen es jetzt unter der Flagge des Staates auf offener, höchstens ab und zu von einer frischen Brise leicht gekräuselter See einhalten zu können so glücklich ist. Im Uebrigen ist es hier, wo es sich im Wesentlichen blos darum handelt, durch Publication einiger, meistens dem Rectoratsarchive entnommener, historischer Daten einen bescheidenen Act dankbarer Erinnerung an verdiente Männer zu begehen, nicht der Ort, sich in eine erschöpfende historische Darlegung, welche zudem eine fachkundige Feder finden wird, einzulassen, und es sei desshalb weiter nur noch die wohlthuende Thatsache constatirt, dass auch solche Männer, die von ihrem politischen Standpunkte aus die Gründung einer gemeinsamen und die dadurch nothwendig bedingte Aufhebung der bisherigen katholischen Kantonsschule nicht hatten befürworten können, dennoch, nachdem sie einmal die Wahl in die leitende Behörde der neuen Anstalt angenommen hatten, sich ihrer Aufgabe mit persönlicher Hingebung gewidmet haben. Mit besonderem Dank wird sich Jeder, der mit der Geschichte unserer Anstalt näher vertraut ist, an den taktvollen und feingebildeten Leonhard Gmür, den Vicepräsidenten des Kantonsschulrathes, dann bis zu seinem Tode (den 12. August 1877) des Erziehungsrathes, erinnern.

Die verhältnissmässig nicht bedeutenden Geldmittel, über welche die Vertrags-Kantonsschule zu verfügen hatte, und aus welchen nicht nur das sechscursige Gymnasium und die aus einer viercursigen technischen und einer dreicursigen mercantilen Abtheilung bestehende Industrieschule, sondern auch das Lehrerseminar, welches bis zu seiner Uebersiedelung nach Mariaberg bei Rorschach im Jahre 1864 ebenfalls als eine Abtheilung der Vertragsschule angesehen wurde, unterhalten werden mussten, hatten zur nothwendigen Folge, dass einerseits an die Arbeitskraft der einzelnen Lehrer ziemlich starke Anforderungen gestellt werden mussten (Verpflichtung zu 28 wöchentlichen Unterrichtsstunden für jeden Hauptlehrer, so dass z. B. die Lehrstelle des ersten Rectors mit 19 Stunden wöchentlich nur für eine *„halbe“* Professur galt, ferner mehrfacher Classenzusammenzug), und dass anderseits die geforderten Leistungen nicht angemessen honorirt werden konnten (Besoldungsmaximum Fr. 2600). Die grosse Idee, die dem jungen Institute das Leben gegeben, sollte an Triebkraft ersetzen, was den äussern Mitteln an Stimulus abging. Und in der That, die Leistungen der Anstalt waren im Allgemeinen recht gute. Uebrigens liessen es auch die Behördemitglieder an Beweisen ihres persönlichen Opfermuthes nicht fehlen. In der ersten, bedürfnissreichsten Zeit hat sich der Präsident des Kantonsschulrathes mit einem Gehalte (Fr. 600) begnügt, der in gar keinem Verhältnisse zu der dem Amte auferlegten Arbeitsleistung stand, und ebenso haben damals Mitglieder der Behörde selber ohne Entgelt die Dienstleistungen des Actuars (Zingg) und des Cassiers (Wild-Ruosch) besorgt. Später wurde die financielle Lage des Lehrerseminars, welches mit den ihm von der jährlichen Dotationssumme zugewiesenen Fr. 10,000 unmöglich hatte auskommen können, und dadurch indirect auch diejenige der eigentlichen Kantonsschule durch die grossmüthige Initiative opferwilliger Privaten wesentlich erleichtert und verbessert. Als dem Hauptvertreter dieser ächt republicanischen Richtung, die dem Gemeinwesen lieber gibt als von ihm annnimmt, sei hier dem den 16. Februar 1879 verstorbenen Director *J. C. Stäheli-Wild* eine Blume freundlicher Erinnerung auf's Grab gelegt.

Worin die *Organisation* der Vertragsschule am Meisten von derjenigen der gegenwärtig bestehenden Staatsschule abwich, das ist, dass damals nicht nur die Industrieschule, sondern auch das Gymnasium sich an die zweicursige Realschule anschloss. Wenn nun auch letzteres formell um eine Classe hinter unserm gegenwärtigen Gymnasium zurückstand, so ist dabei nicht zu übersehen, einmal, dass dasselbe einige Vorkenntnisse im Lateinischen für den Eintritt in seine unterste Classe voraussetzte, und dann, dass diese unterste Classe hinsichtlich des Alters und der geistigen Reife ihrer Schüler auf der gleichen Stufe mit der ersten technischen und ersten Mercantilclasse stand. Das Gymnasium überragte folglich in seiner Gesammtheit die technische Abtheilung nicht blos um eine, wie dies gegenwärtig der Fall ist, sondern um zwei Classen.

Ziemlich strenge waren die *Disciplinarvorschriften* der neugegründeten Anstalt. So musste z. B. jeder Kantonsschüler im Winter um 8 und im Sommer um 9 Uhr Abends zu Hause sein; so war das Tabakrauchen allen Schülern unbedingt untersagt und der Besuch von Wirthschaften in der Stadt und deren nächster Umgebung auch den ältern Schülern nur in Begleitung von Anverwandten gestattet. Erst durch eine Specialverordnung vom 3. December 1861 wurde den Schülern der vierten, fünften und sechsten Gymnasialclasse und der vierten technischen Classe der innert bescheidenen Grenzen sich zu haltende Besuch einer gewissen Anzahl durch die Behörde zu bezeichnender Wirthschaften bis spätestens Abends 10 Uhr erlaubt.

Ueber die *Schülerfrequenz* der Vertragsschule gibt die angehängte tabellarische Zusammenstellung, die ich einer mir gütigst überlassenen grösseren Arbeit des Herrn *Conrectors* entnehme, Auskunft.

Von den Lehrern, die an der Wiege der gemeinsamen Vertrags-Kantonsschule gestanden, wirken nur noch *drei* an unserer gegenwärtigen staatlichen Anstalt, es sind Dr. Bernhard Wartmann, welcher neben einer Professur, von der Niemand behaupten konnte, dass sie nicht in jeder Hinsicht eine *„ganze“* gewesen wäre, während der letzten zwei Jahre an der Vertragsschule und dann noch volle 12 Jahre an der Staatsschule das beschwerliche Amt eines Rectors bekleidete, Gangolf Delabar, nunmehr 25 Jahre lang Conrector, als welcher er namentlich in den ersten Jahren der Vertragsschule, wo der Conrector factisch Rector der Industrieschule gewesen ist, auch keine leichte Bürde zu tragen hatte, und Bernhard Bogler, unser verdiente Gesang- und Musikdirector. Erst später an der Vertragsschule, aber jetzt noch an der Staatsschule angestellt sind ebenfalls drei: die Professoren Dr. Ernst W. Götzinger und Samuel Graf, beide seit 1860, und der Schreibende seit 1862. Vier Hauptlehrer und zwei verdiente Hülfslehrer wirkten an der Vertragsschule, so lange oder doch nahezu so lange, als dieselbe bestand, sowie zum Theil nachher auch noch an der Staatsschule: J. Bapt. Büser, gest. den 25. Mai 1877, Georg Clemmer, gest. den 22. November 1864, Wilh. Völcker, gest. den 18. December 1873, Joseph Hardegger, zugleich Actuar der Rectoratscommission, bis 1872, von da an Kantonsarchivar, J. Georg Mirer, gest. den 2. Juli 1865, und C. August Schöll, gest. den 15. März 1878. Ferner waren als Hauptlehrer an der Vertragsschule und einige von ihnen unmittelbar darauf an der Staatsschule thätig: Jacob Albrecht 1856—57 und 1859—60, jetzt Rector des Progymnasiums in Biel, Dr. J. J. Alder 1863—75, nachher Pfarrer in Krinau, jetzt in Gottlieben, Joseph Aleck 1856—60, nachher an der Industrieschule in Heidelberg, noch später badischer Kreisschulrath, gest. den 18. Januar 1871 in Baden-Baden, A. Heinr. Bertsch 1856—62, nachher Inhaber der bekannten von ihm gegründeten physikalischen Werkstätte, jetzt — otium cum dignitate! — Schulrathspräsident auf seinem Tusculum in Egnach, Dr. C. Eberh. Fuchs 1856—59, nachher Lycealrector in Oehringen, jetzt Director des Seminars in Urach, J. Bapt. Hardegger 1856—59, nachher Custos in Wyl, Pfarrer in Pfäfers, jetzt in Weesen. Dr. Otto Henne-Amrhyn 1857—59, nachher Kantonsarchivar, jetzt Redactor in Zürich, Dr. J. J. Honegger 1861—65, nachher Literat und Professor der Universität in Zürich, J. Nep. Idtensohn 1862—65, nachher Pfarrer in Oberriet und Niederbüren, jetzt Stiftsbibliothekar, S. Franz A. Kapff 1859—68, nachher Rector in Ludwigsburg, jetzt in Cannstadt, J. Melchior Knaus 1856—63, während der gleichen — der schwierigsten — Zeit zugleich Rector, nachher an der Kantons- und Hochschule in Bern, C. Wilh. Pfeifer 1856—62, nachher Pfarrer in Glarus, jetzt in St. Gallen, Gustav Scherer 1856—64, nachher Privatgelehrter, jetzt zugleich Stiftsarchivar in St. Gallen.

Folgende Jahrgänge des von der Vertrags-Kantonsschule ausgegebenen Programmes weisen wissenschaftliche Beigaben auf: 1859 auf 60 *„Die Mythenbildung des Euripides“* von Dr. Fuchs und *„Die Nothwendigkeit des vollständigen Gymnasialstudiums“* von Rector Knaus, 1860 auf 61 *„Ueber die verschiedenen geometrischen Projectionsarten* im Allgemeinen und die axonometrischen und parallel-perspectivischen im Besonderen, mit 4 Figurentafeln“, von Conrector Delabar, 1861 auf 62 *„Ueber den Unterricht in der Schweizergeschichte“* von Prof. Scherer, 1863 auf 64 *„St. Gallens Naturaliencabinet“* von Dr. Wartmann, 1864 auf 65 *„Alt- und Neu-Griechisch“* von Prof. Hardegger.

Die Vertrags-Kantonsschule hätte laut Vertrag noch bis October 1866 zu leben gehabt. Es ist ihr aber das Schicksal eines allmäligen Auslebens erspart geblieben. Durch die Friedensverfassung von 1861 war die Gründung einer Staats-Kantonsschule spätestens auf Schluss der Vertragszeit eine beschlossene Sache. Allein schon im Mai des Sonnenjahres 1865 trat die neue Anstalt in's Leben, die grosse Mehrzahl der Lehrer der bisherigen Vertragsschule und die ganz unveränderte Rectorats-Commission als erwünschtes Erbe gerne acceptirend, sowie denn auch sechs frühere Kantonsschulräthe, verstärkt durch fünf neue Kräfte, nunmehr unter dem Titel Erziehungsräthe mit nicht geringerer Hingabe an ihre hohe Aufgabe weiteramteten.

Ich habe meinen dürren chronologischen Notizen das poetische Wort eines genialen Mannes vorausgeschickt, ich will sie mit einem Worte desselben Mannes, in welchem ich nicht nur den gottbegnadeten Dichter, den Mann von *wirklicher* „allgemeiner Bildung", an deren Ausbau er bis zu seinem — für *Viele* allzu frühen — Lebensende rastlos arbeitete, den weitblickenden und gerechten Staatsmann, sondern auch den treuen, väterlich wohlwollenden Freund verehre, schliessen, mit dem ersten Theile jener classischen Rede, mit der er den 29. Mai 1865 als *regierender* (ich brauche diesen Ausdruck nicht nur im Sinne des älteren Canzleistils) Landammann des Kantons St. Gallen die junge Staats-Kantonsschule der Leitung des Erziehungsrathes übergeben hat.

„So ist er denn endlich erschienen, der langersehnte, der schönste Frühlingstag des Kantons St. Gallen! Der Tag, den wir schon als angehende Lateinschüler herbeiwünschten, der Tag, für den wir als Jünglinge glühten, der Tag, für den wir als Männer rangen, der Tag, für dessen Entstehen sich entzweite Herzen, geschiedene Hände zu einträchtigem Wirken und biederm Handschlag endlich zusammenfanden. So ist er denn endlich emporgestiegen, der Tag der Eröffnung der Staats-Kantonsschule, emporgestiegen, um nie mehr hinabzusinken, emporgestiegen, um fortan und ungestört, bleibend und gesichert, Licht und Wärme, Nahrung und Wachsthum dem Kanton St. Gallen zu bringen.

Ich wünsche Glück allen Jenen, welche nach diesem Schöfungswerke sich sehnten, zu demselben beiwirkten und seinen ersten Tag erlebten; ich wünsche dreifach Glück allen Jenen, denen es beschieden ist, noch länger ihr Werk zu betrachten und zu sehen, dass es gut und gelungen sei, und ich wünsche Gottes Frieden den Seelen aller jener Wackern, die redlich das Uebrige zu diesem Werke beitrugen, aber seine Vollendung nicht mehr erlebten. Möge es ihnen an diesem Tage gestattet sein, auf ihren frühern Wirkungskreis hinabzublicken und unsere Freude zu theilen. Mögen sie hinabsehen und schauen, wie das bei ihren Lebzeiten schon begonnene Gebäude sich nach und nach erhob und nunmehr endlich zum vollen Ausbau gelangt ist. Denn wahrlich mir ist es, als ob ich mich heute in der Mitte einer Bauhüttengesellschaft früherer Jahrhunderte befände, die im Begriffe steht, an der Spitze des theilnehmenden Volkes die Einweihung und Uebergabe eines eben zur Vollendung gerathenen gothischen Tempels zu begehen, die Einweihung und Uebergabe eines jener erhabenen Denkmale, die nur entstehen konnten, wenn Kraft und Wille, Geist und Gemüth eines ganzen Volkes der Baumeister wurde; eine jener Bauten, die trotz der Verschiedenartigkeit der Form die schönste, innere Einheit des Ganzen zur Schau tragen, eine jener Unternehmungen, bei deren Entwurf und Beginn man kühn und edel über die Grenzen des eigenen Lebens hinausschritt und den Fortbau und die Vervollkommnung und die Vollendung dem gleichen begeisterten Wirken kommender Geschlechter und Jahrhunderte anvertraute.

Ja! Wir stehen heute auf dem Punkte der Einweihung eines solchen gothischen Tempels. Das ganze Volk des Kantons trat zusammen und rief: Fort mit Hader und Zwietracht, sie bauen weder uns noch unsern Kindern Häuser; lasst uns mit aller Kraft, allem Willen, allem Geiste, allem Gemüthe ein Werk des Friedens errichten! Lasst uns zum Baumeister werden und eine gemeinsame Staats-Kantonsschule gründen! Nur Ein Ziel, nur Eine Wohlfahrt kann jeder Staat durch die Erziehung seiner Jugend anstreben, nur Eine Rückwirkung auf sein eigenes Wohl kann er von derselben erwarten; nicht als ätzender und zersetzender, nicht als trennender und scheidender Stoff soll die Schule wirken, sondern soll wirken, wie jene grosse Anziehungskraft der Natur, welche die verschiedenen Körper zum Gesammtkörper vereinigt, oder wo sie dieselben ihre eigenen Bahnen kreisen lässt, sie in diesen Bahnen festhält und das Losreissen vom System verhindert. Nein! Nicht länger sollen einseitig auf dieser Seite die einen Seelenkräfte, auf jener die andern ausgebildet werden, zum ganzen, zum harmonischen Menschen werde der künftige Bürger erzogen! Nein! Alle diese jungen Herzen, die später auf dem einen und gleichen Boden die Bestimmung ihres Lebens und die Hoffnungen des Kantons erfüllen, die auf dem gleichen Schauplatze ihr und ihrer Mitbürger Wohl anstreben, die mit und neben einander für das Gute ringen sollen: Die sollen nicht als Männer erst den Geist der Zusammengehörigkeit, der Duldung, der Eintracht sich erwerben, sie sollen dies als Knaben, als Jünglinge erlernen, damit sie es dann besitzen, wenn die Stunde des Bedürfnisses schlägt. Nicht erst im Augenblicke der Schlacht übt der Krieger sich zum Waffenhandwerke, nicht erst in der Stunde des Sturmes der Schiffer zur Behandlung von Segel und Steuer. Wie können Zusammengehörigkeit, Duldung und Eintracht je zu frühe, wie nicht vielmehr zu späte angeeignet werden? Darum sei es ein Tempel der Erziehung unserer Söhne!

So sprach das Volk des Kantons St. Gallen, so that das Volk des Kantons St. Gallen, und aus diesem Worte und aus dieser That entstieg die Staats-Kantonsschule, der erhabene Dom des St. Gallischen Volkes.

Da steht er nun, ruhend mit seiner ganzen Masse und Grossartigkeit auf dem einheitlichen Grundgedanken des Friedens und der Wohlfahrt des Kantons. Da steht er, zusammengehalten durch Pfeilermassen, getragen von vereinten Säulenbüscheln, von der Kraft und dem Hochsinn aller Männer gegenwärtiger und kommender Zeit, die für das Wohl des Vaterkantons und für die Bildung seiner Jugend warm fühlen, ob der Verschiedenartigkeit mancher Denkweise die Einheit des Wesens bekennend! Es öffnen sich seine Thore, seine Priester und seine Angehörigen in Empfang zu nehmen!"

St. Gallen, den 6. December 1881.

Der Rector.

I. Frequenz

im Schuljahr	an dem Gymnasium							an der technischen Abtheilung					an der mercant. Abtheilung				an der Kantonsschule		
	I	II	III	IV	V	VI	Total	I	II	III	IV	Total	I	II	III	Total	Schüler	Hospitanten	Total
1856/57 [1]	3	9	8	18	9	5	52	19	22	8	4	53	14	28	8	50	155	28	183
1857/58	6	7	9	7	17	6	52	40 [2]	19	17	5	81	—[2]	26	17	43	176	56	232
1858/59	7	5	10	5	8	10	45	51 [2]	17	10	13	91	—[2]	31	14	45	181	59	240
1859/60	16	8	6	9	4	4	47	26	14	11	4	55	39	46	10	95	197	52	249
1860/61	7	12	8	6	8	4	45	19	21	11	6	57	22	38	22	82	184	29	213
1861/62	12	10	10	9	4	3	48	25	19	13	5	62	38	36	12	86	196	43	239
1862/63	7	13	10	10	10	—	50	31	21	15	7	74	31	27	18	76	200	47	247
1863/64	9	7	14	10	8	6	54	31	19	17	9	76	36	27	10	73	203	40	243
1864/65	15	8	7	14	6	4	54	26	20	11	11	68	32	22	6	60	182	21	203
Summa	82	79	82	88	74	42	447	268	172	113	64	617	212	281	117	610	1674	375	2049

[1] Der erste Curs war blos ein halbjähriger (November bis April).
[2] Die Classen It und Im waren in *eine* industrielle Classe vereinigt.

II. Anzahl der Schüler, wie sie in die Anstalt neu eingetreten sind,

im Schuljahr	in das Gymnasium							in die technische Abtheilung					in die mercant. Abtheilung				in die Kantonsschule
	I	II	III	IV	V	VI	Total	I	II	III	IV	Total	I	II	III	Total	
1856/57	3	9	8	18	9	5	52	19	22	8	4	53	14	28	8	50	155
1857/58	6	5	1	—	—	—	12	40 [1]	7	—	—	47	—[1]	9	—	9	68
1858/59	7	1	2	—	2	1	13	51 [1]	8	—	—	59	—[1]	11	—	11	83
1859/60	16	—	1	1	—	—	18	26	5	—	—	31	39	16	—	55	104
1860/61	7	3	—	—	1	—	11	19	2	—	—	21	22	3	—	25	57
1861/62	12	3	1	—	—	—	16	25	9	—	—	34	38	10	—	48	98
1862/63	7	1	1	2	—	—	11	31	5	—	—	36	31	4	1	36	83
1863/64	9	2	1	1	—	—	13	31	2	1	—	34	36	2	—	38	85
1864/65	15	1	—	1	—	—	17	26	5	—	—	31	32	—	—	32	80
Summa	82	25	15	23	12	6	163	268	65	9	4	346	212	83	9	304	813

[1] Die Classen It und Im waren in *eine* industrielle Classe zusammengezogen.

Vorwort zu den wissenschaftlichen Abhandlungen.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Beigabe zu dem diesjährigen Kantonsschulprogramme liegt, und zwar nicht blos was die Ausdehnung, sondern auch was den erfüllenden Stoff betrifft, in der *ersten* Abhandlung. In den beiden andern erblicke ich selber nur „Beigaben zur Beigabe", deren Veröffentlichung indess durch geäusserte Wünsche gerechtfertigt erscheint. Mit der Darlegung der Construction und des Gebrauches einiger neuer chemischer Apparate unseres Laboratoriums lege ich die wohl gezeitigte Frucht einer durch anderthalb Jahrzehnte sich hinziehenden Arbeit vor. Ein Theil dieser Apparate verdankt ihre Erstellung dem Bestreben, das Laboratorium der Kantonsschule in einer Weise auszustatten, dass darin die *wichtigsten* alltäglich vorkommenden chemischen Operationen sicherer, leichter und bequemer, als dies bei unserm älteren Inventar möglich gewesen, ausgeführt werden könnten. Was kömmt aber in einem chemischen Laboratorium häufiger vor und ist wichtiger als *Glühen, Erhitzen bei erhöhter Dampfspannung, Eindampfen, Trocknen, Reagiren und Filtriren?* Diesen Operationen nun dienen die unter 1—7 und 10 beschriebenen Utensilien. Zu der Construction der unter 8 und 9 bebandelten *zwei Apparate zur Ermittelung des Arseniks in gerichtlichen Fällen,* sowie auch der unter 11 behandelten *Milchprüfungs-Instrumente* sah ich mich durch den Umstand veranlasst, dass vor der Errichtung einer eigenen Kantonschemiker-Stelle die Functionen eines gerichtlichen Chemikers auf jeweilen von der Justiz- resp. Sanitätsbehörde ertheilten Auftrag hin namentlich durch den Chemielehrer der Kantonsschule besorgt worden sind. Die unter 12—14 mitgetheilten Kleinigkeiten sind aus der Schule und für dieselbe. So viel über die verschiedenen *Veranlassungen* zur Entstehung der Apparate, deren Construction nunmehr der Oeffentlichkeit übergeben wird. Verdienen sie aber auch diese Auszeichnung? Weisen sie wirkliche Fortschritte auf? Darauf kann ich nur antworten: Wenn consequentes Streben nach einem klar gedachten Ziele, strenge Kritik der eigenen Leistung und der aufrichtige Wille, das unter gegebenen Verhältnissen Beste zu erreichen, für sich allein genügen würden, etwas Gutes zu schaffen, dann müssten meine Apparate wirklich gut sein. Wie Jeder weiss, kommt aber noch ein weiterer, der *wesentlichste* Factor, mit in Betracht. Diesen im vorliegenden Falle zu bemessen, ist nicht meine, sondern Anderer Sache. Diese Andern, meine Collegen auf dem Gebiete chemischer Forschung, möchte ich aber bitten, bei der Beurtheilung meiner Arbeit nicht übersehen zu wollen, welch' ungeheurer Unterschied besteht zwischen dem Arbeiten eines Mannes, der ungestört mit ganzer und voller Kraft sich seiner Aufgabe widmen kann, und dem Arbeiten eines anderen, der nur die Stunden der Musse seiner Lieblingsbeschäftigung zuwenden darf und auch dann nie sicher ist, dass ihn nicht der schrille Ruf der Amtspflicht plötzlich aus seinem Sinnen aufschreckt. Und so ist es für mich seit jenem Zeitpunkte, da ich, wesentlich idealen Beweggründen und dem einmüthigen Vertrauen, womit mich meine Oberbehörde beehrte, folgend, neben meiner bisherigen Lehrstelle auch noch die Leitung der gesammten Anstalt, einer Anstalt von complicirter Organisation, übernommen habe. In der intensiven und umfangreichen persönlichen Inanspruchnahme des Verfassers liegt mit eine Ursache, warum die wissenschaftliche Beigabe zu dem Programme für 1881 auf 82 erst am Ende des Schuljahres erscheint. Eine andere Ursache dagegen ist in der Absicht zu suchen, auch dem Texte, welcher anfänglich auf einen sehr kleinen Umfang berechnet gewesen, eine grössere Berücksichtigung zu Theil werden zu lassen. Es schien dies berechtigt, einmal aus dem innern Grunde, weil, nachdem das „nonnumque prematur in annum" bei der Invention der meisten meiner Apparate so ausgiebig zur Geltung gekommen war, es nun bei der Beschreibung derselben nicht wohl ganz vernachlässigt werden durfte, und dann aus dem äusseren, weil die St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft, wie derselben für die von ihr gewünschte Veröffentlichung in ihrem Jahresberichte von unserer Anstalt die Lithographieplatten überlassen worden waren, so auch sie mit verdankenswerthem Entgegenkommen uns umgekehrt den grössten Theil des Schriftsatzes überlassen hat. Dadurch aber ist es möglich geworden, das denkwürdige Datum des 25jährigen Bestehens unserer gemeinsamen Kantonsschule durch die Herausgabe einer umfangreicheren Programm-Arbeit zu markiren, ohne damit unsern, so vielfach in Anspruch genommenen Fiscus in aussergewöhnlichem Grade zu belasten. Ich schliesse meine kurzen einleitenden Bemerkungen mit dem lebhaften Danke, den ich hiemit meinem Collegen, Ingenieur Kühlenthal, darbringe. Er, der ein Studiengenosse meines unvergesslichen, auf der Höhe allseitiger Ausbildung für Wissenschaft und Technik vom unerforschlichen Ewigen abberufenen Bruders Joseph Erwin gewesen ist, hat sein Wohlwollen auch auf den überlebenden Bruder übertragen und es so demselben möglich gemacht, die Frucht eines beträchtlichen Bruchtheiles seiner Lebensarbeit aus dem engen Raume eines Kantonsschul-Laboratoriums heraus an die Oeffentlichkeit zu bringen und damit dem Gemeinnutzen dienstbar zu machen. An diesen sein Scherflein beizutragen scheint mir aber die Pflicht eines Jeden zu sein, dessen Kräfte über die Erlangung des nothwendigen Lebensunterhaltes hinausreichen.

Im Laboratorium der Kantonsschule, den 8. December 1881.

Der Verfasser.

I.

Ueber einige

neue chemische Apparate

des chemischen Laboratoriums der St. Galler Kantonsschule.

1.

Glühofen für Gasfeuerung.

Dieser Ofen ist in zwei Grössen ausgeführt worden. Modell I passt nur für Platintiegel von höchstens 15 cm^3 Rauminhalt, während Modell II stark doppelt, wenn nöthig, sogar vier Mal so grosse, d. h. bei *normalem* Gebrauche des Ofens solche bis auf $^1/_3$ *dl.,* bei (der am Schlusse unsrer Beschreibung noch darzulegenden) Ausschaltung eines Constructionsbestandtheiles aber bis auf 0,6 dl. Inhalt aufzunehmen vermag. Da aber *fast* ebenso gut auch bedeutend kleinere Tiegel, selbst solche allerkleinsten Formates, darin untergebracht werden können, so entspricht Modell II den insgemein in chemischen Laboratorien in dieser Richtung gestellten praktischen Anforderungen in weiterem Umfang und dürfte desshalb wohl allgemein vorgezogen werden.

Auf Tafel I ist Modell II in halber natürlicher Grösse abgebildet. Dabei ist der Durchschnitt durch diejenigen Bestandtheile, welche aus *feuerfestem Thon* angefertigt sind, ganz mit Farbe angelegt, während derjenige durch die *metallenen* Bestandtheile schraffirt dargestellt ist.

Die, unten mit Schwarzblech bekleidete, *Bodenplatte A* erhebt sich in der Mitte zu einem, die bekannte über den Bunsen'schen Brennern angebrachte Zugvorrichtung aus Schwarzblech nachahmenden *kurzen abgestumpften Konus.* Unmittelbar auf diesem steht, festgefügt, der *Reverberirtiegel* C mit seinem *durchlöcherten Deckel* D. Ich heisse diesen, sich der Form des Glühtiegels thunlich anschmiegenden, Ofenbestandtheil „Reverberirtiegel", weil durch ihn eine, dem Heizeffecte natürlich sehr förderliche Zurückwerfung der Wärmestrahlen bewirkt wird. Durch die Wand des Reverberirtiegels sind die durch Zusammenflechten von je zwei Drahtenden entstandenen drei Ausläufer eines *Trägers aus starkem Platindrahte* durchgezogen und auf der Aussenseite an einem Ringe aus noch stärkerem Eisendraht befestigt. Für solche Drahtringe sind, wie die Abbildung zeigt, noch an vier andern Stellen entsprechende rinnenartige Vertiefungen in die Thonwandungen eingeschnitten. Doch erscheint es überflüssig, diese Drahtringe, welchen nur die Bedeutung von Binde- und Verstärkungsringen zukömmt, eher anzubringen, als bis die betreffenden thönernen Bestandtheile in Folge längeren Gebrauches des Ofens Sprünge bekommen haben. Was den Tiegelträger aus Platindraht betrifft, so gibt man ihm zunächst die allgemein gebräuchliche Form der sog. Drahtdreiecke, rundet dann aber die Dreieckseiten so nach Aussen aus, dass ein aufgesetzter Tiegel von höchstens $^1/_3$ dl. Fassungsraum mit seinem obern Rande in die Höhe des *innern* Randes des Reverberirtiegels zu stehen kömmt. Leicht gelingt es dann, durch Auflegen eines zweiten kleineren Platindrahtträgers, dessen radiale Ausläufer, dicht an die Peripherie des Kreises des Hauptträgers anschliessend, nach Unten rechtwinklig umgebogen sind, auch Tiegel mittlerer Grösse, wie solche bei Analysen gewöhnlich zur Anwendung kommen, von 14—21 cm^3 Capacität, oder auch solche allerkleinsten Formates unterzubringen. Man achte aber darauf, dass der Drahtträger stets so weit sei, *dass höchstens ein Drittel der Tiegelhöhe über denselben emporragt.* Will man den Ofen nur für Tiegel *mittlerer* Grösse, von ca. 20 cm^3 Inhalt, verwenden, so thut man natürlich am besten, gleich dem Hauptträger die angemessene Grösse zu geben, wie diess auch in unserer Abbildung angenommen ist. — Der Deckel des Reverberirtiegels trägt auf seiner obern Fläche einen nach Oben zu etwas dicker werdenden Ansatz, welcher ein bequemes und sicheres Anfassen mittelst der Tiegelzange gestattet.

Brennerkonus, Reverberirtiegel und Deckel desselben bilden in ihrer Gesammtheit *den innern Mantel.* Es folgt der *mittlere,* bestehend aus einem *Cylinder* E, welcher an seinem untern Rande *drei Ausschnitte* trägt, so dass er auf ebenso viel Füsse zu stehen kömmt, und einem *Deckel* F, dessen *Knopf* nicht nur bequem und sicher angefasst werden kann, sondern auch in seiner horizontalebenen Oberfläche eine erwünschte vorgewärmte Unterlage für den aus dem Ofen herausgehobenen Glühtiegel darbietet.

Endlich kömmt noch der *äussere Mantel,* dessen *Seitenwand* in ihrem *untern* Theile aus einer auf der Aussenseite

mit Schwarzblech gepanzerten *Thonschicht* B, im *obern* dagegen aus einem abhebbaren *Doppelcylinder von Schwarzblech* besteht, und dessen *Bedachung* durch einen *Thondeckel* G mit Eisengarnitur und *Charniergelenk* gebildet wird. Eine nach Aussen vorspringende Console aus Bandeisen oder sehr starkem Eisenblech dient dem zurückgeschlagenen Charnierdeckel zur sicheren Stütze, während gerade gegenüber der *Schornstein* an den möglichst kurzen, unter einem Winkel von 45° die nöthige Zwischenverbindung herstellenden *Fuchs* des Ofens mittelst eines entsprechend geformten Seitenrohres angeschoben ist. Dieser Schornstein kann durch auf einander gestülpte Blechröhren, deren Länge der üblichen Blechbreite gleichkömmt, auf 2 und mehr Meter Höhe gebracht werden. Die *gewöhnliche* Höhe beträgt indess blos 1,4 m. In der Verlängerung der Achse des Fuchses trägt der Schornstein ein kurzes Ansatzrohr, geeignet zur Aufnahme eines durch einen durchbohrten Kork gesteckten *Thermometers*. Die Anbringung dieses Instrumentes ist aber selbstverständlich nur bei Probeversuchen wünschbar. Andern Falls wird das Ansatzrohr besser durch eine Blechkappe oder einen massiven Kork geschlossen.

Um Ofen und Schornstein einen soliden Stand zu geben, dient ein ebenso einfaches als dauerhaftes *Stativ aus Schmiedeisen,* welches sich blos aus drei Stäben T-Eisen, die als Füsse dienen, und einem durch drei Nieten daran befestigten Reif zusammensetzt. Der Stamm des T ist an allen drei Stäben, da wo der Reif angenietet ist, um die Breite desselben weggenommen, so dass der Reif nicht ausschliesslich an den Nieten hängt, sondern zugleich auch auf den T-Stämmen, welchen übrigens als Hauptaufgabe das Tragen des Ofens selbst zufällt, aufliegt. Während nun aber zwei von den T-Eisenstäben *nur* als Füsse dienen und desshalb den sie verbindenden Reif nicht überragen, reicht der dritte, mit theilweise stehengebliebenem T-Stamm, bis zum Fuchse des Schornsteines hinauf. Hier sind die T-Aeste, der Form des Fuchses sich anbequemend, halbkreisförmig ausgeschnitten und dienen so dem Schornstein als Stütze. Um aber auch seitliche Schwankungen unmöglich zu machen, verbindet ein *federndes Eisenband,* welches wie die bekannten Kupferringe der Bunsen'schen Elemente mit äusserer Kohle mittelst einer Schraube angezogen werden kann, den nach Unten verlängerten Schornstein fest mit dem nach Oben verlängerten Stativ. Der Schornstein trägt an dieser untern Verlängerung eine abnehmbare cylindrische *Schlusskappe* und in geringer Höhe über dem Fuchs eine gewöhnliche *Drosselklappe.* Was das *Material* des Schornsteins betrifft, so eignet sich wegen des geringeren Wärmeausstrahlungsvermögens, der grösseren chemischen Haltbarkeit und leichtern mechanischen Bearbeitbarkeit *Weissblech* besser als Schwarzblech.

Nach dieser Darlegung der *Ofen-Construction* ist es nun leicht, *dem Laufe der Flamme* und der aus ihr entstandenen Verbrennungsproducte zu folgen. Nachdem die Flamme den Glühtiegel umspült hat, wendet sich die Spitze derselben im Zwischenraume zwischen dem unteren und mittleren Deckel abwärts. Die Verbrennungsproducte — denn eine Flamme darf in diesem Raume nicht mehr bestehen — passiren darauf die drei thorartigen Ausschnitte zwischen den Füssen des mittleren Mantels, steigen zwischen diesem und dem äusseren wieder empor, kommen so in den ringförmigen Raum, der von den zwei concentrischen Schwarzblechcylindern, die den oberen Theil des äusseren Mantels bilden, abgegrenzt wird, und gelangen endlich durch den Fuchs in den Schornstein.

Darauf nun, dass die Verbrennungsgase das Centrum des Ofens, wo der Glühtiegel placirt ist, *dreimal* umspülen, *so dass eine erwärmte dreifache Thon- und zweifache Luftschicht die Wärmeabgabe nach Aussen auf ein Minimum reducirt,* ferner auf *der Form des Reverberirtiegels,* welche die Flamme zwingt, *den Glühtiegel von allen Seiten einzuschliessen,* gleich wie etwa die Blumenblätter einer geschlossenen Knospe die innern Blüthenorgane umhüllen, endlich auch auf *der Zugkraft des Schornsteines* beruht die Wirksamkeit des eben beschriebenen Ofens. — Wenn ich sage, dass bei der Construction desselben der *Perrot'sche* Gasofen als Vorbild diente, so wird man die Uebereinstimmung, die er in einigen wesentlichen Punkten mit seinem berühmten Vorbilde zeigt, begreiflich finden und ebenso auch, dass ich alles Verdienst mit Bezug auf diesen Theil der Construction ablehnen muss. Wo aber in nicht weniger wesentlichen Punkten Abweichungen vorkommen, da muss ich es dem Sachkenner überlassen, ob er dieselben als zweckentsprechend anerkennen will. Ich bemerke in dieser Beziehung nur noch, dass es nicht blos *quantitativ,* sondern auch *qualitativ* und letzteres nicht blos mit Rücksicht auf die *Ofenconstruction,* sondern auch die *Flammenbeschaffenheit* einen ganz wesentlichen Unterschied macht, ob man über *eine grössere Anzahl von Brennern* verfügt, wie eine solche die Perrot'sche Construction (z. B. für das mittlere Modell deren neun) verlangt, oder aber mit *einem einzigen* sich behelfen will, wie das von Anfang an in meinem Plane gelegen. Die Vielzahl von Brennern gewährt nicht nur den (übrigens blos architektonischen, keineswegs aber auch pyrotechnischen) Vortheil, den Tiegel, statt ihn aufhängen zu müssen, auf einen Pflock stellen zu können, sondern gestattet zugleich auch, wie diess beim Perrot'schen Ofen durch die radiale Einbiegung der Brennerschnäbel in zweckmässigster Weise geschieht, *die zur vollständigen Verbrennung nöthige Luftmenge mit den aus den Brennerschnäbeln austretenden Einzel-Flammen in innigste Berührung zu bringen* und Alles in eine einzige grosse und heisse Flamme aufzulösen. Um nun die Flamme des Einzelbrenners *ebenso heiss* zu machen, musste die ursprüngliche *Bunsen'sche* Brennerconstruction in dem Sinne abgeändert werden, *dass durch Erhöhung der Saugkraft des austretenden Leuchtgases ein ähnlicher Effect erzielt wurde, wie diess durch Hineinblasen von Luft bei der Gebläseflamme geschieht.* Es gelang mir diess zuerst in folgender Art:

Statt das Leuchtgas, wie man dies bei allen ältern

Bunsenbrennern sieht, aus drei radialen, um je einen Winkel von 120° von einander abstehenden schmalen Schlitzen ausströmen zu lassen, benützte ich als inneres (also eigentliches Gasausfluss-) Rohr einen gewöhnlichen Schnittbrenner, wobei ich aber einerseits durch zwei hineingeschobene Stücke von Kupferblech die beiden Seiten der Spalte gänzlich zustopfte, anderseits aber den freigebliebenen mittleren Theil ausrundete, so dass das Gas nun aus einer *kreisförmigen, verhältnissmässig grossen* Oeffnung ausströmte und in Folge davon keine so arge Einbusse an Ausflussgeschwindigkeit und damit auch an Saugkraft erlitt. Es ist selbstverständlich, dass man bei der Neuerstellung solcher Brenner einfach ein Röhrchen wird verwenden können, welches, wie ein Einlochbrenner oder eine Löthrohrspitze, aus Metall oder, wie dies beim *Stöckmann'*-schen Brenner (Fresenius, Zeitschr. Bd. 13, S. 27) der Fall ist, auch bloss aus Glas angefertigt sein kann. Uebrigens findet man gegenwärtig vielfach im Handel Bunsen'sche Brenner, bei welchen der Dreischlitz durch drei kleine, kreisförmige Oeffnungen ersetzt ist. Diese Construction entspricht auch, wenigstens nahezu, unsern Anforderungen. Wie die Abbildung zeigt, begnügte ich mich aber nicht mit der soeben dargelegten Abänderung, sondern sorgte durch eine besondere Vorrichtung, deren einfache Construction durch die Zeichnung genügend klargelegt sein dürfte, noch *für weitern Luftzutritt* an einer zweiten, höher gelegenen Stelle. Um nun eine möglichst vollständige Vermengung von Gas und Luft zu erzielen, ist das aufgesetzte Rohr ziemlich weit (28 mm im Licht) und hoch (18 cm über das die vier Extra-Luftzufuhrkanäle enthaltende Verbindungsstück emporragend), und die Flamme tritt oben, wie bei dem Brenner von *Morton* (Poggendorf, Ann., 156, S. 654), aus einer Oeffnung „in dünner Wand" aus. Ich bemerke ausdrücklich, dass ich bei dieser Einrichtung lediglich *die Vergrösserung des Mischraumes* zum Zwecke eines möglichst bequemen Zutretens der Luft und Vermischens derselben mit dem Leuchtgase im Auge hatte und nicht, wie Morton, die *relative Verkleinerung der Flammenausflussöffnung*. Denn der Zweck, der mit der letzteren erreicht werden will, das Zurückschlagen der Flamme unmöglich zu machen, wird doch nicht erreicht.

Mit diesem Brenner ist nun eine ganz anders beschaffene Flamme erhältlich als mit einem gewöhnlichen Brenner. Leicht zu begreifen ist es, dass selbst so lange der allgemein gebräuchliche, die Luftsauglöcher beherrschende Regulirring geschlossen ist, die Flamme nicht den bekannten, bis zum Russen leuchtenden Charakter besitzen kann, wie er bei einer Flamme, wo das ausströmende Gas lediglich auf die von Aussen hinzutretende Luft angewiesen ist, beobachtet wird. Die obern Luftsaugcanäle (für welche eine Regulirungsvorrichtung zu construiren ich vorläufig noch nicht für nöthig erachtet) führen ja jetzt schon der Flamme auch von Innen eine nicht unbeträchtliche Luftmenge zu. Diese Luftmenge kann nun für unsern Zweck beliebig gesteigert werden, indem wir die untern Luftsauglöcher mit in Thätigkeit setzen. Nehmen wir nun an, wir machen die Luftsauglöcher nur ganz allmälig frei und haben dabei dasjenige Stadium erreicht, welches für einen *gewöhnlichen* Brenner das *letzterreichbare* ist, weil es erst bei vollständigem Offensein der Luftsauglöcher eintritt, so werden wir eine Flamme von der Form haben, wie sie *Bunsen* auf der seiner Abhandlung über die *Flammenreactionen* beigegebenen Tafel abgebildet hat (Fresenius, Zeitschrift, 5 aus Annal. pharm. 138, 3). Nehmen wir nun ferner, was das *Leuchtgas* betrifft, einen Tagesdruck von 29—30 mm Wasser und einen Gasverbrauch von 130 l. in der Stunde an, so wird bei einem Durchmesser der Brennermündung von $15^1/_2$ mm die äussere Flamme eine Höhe von 155, der innere Kegel dagegen von 65 mm haben, während der grösste Durchmesser der Flamme, *welcher merklich tiefer liegt als die Spitze des innern Kegels,* 26 mm beträgt, wie diess alles in der innern Abbildung auf Tafel I in halber natürlicher Grösse dargestellt ist. Machen wir nun die untern Zuglöcher noch mehr frei, so nimmt die Höhe der Flamme, in noch höherem Grade aber diejenige des innern Kegels, ab, während umgekehrt der Durchmesser der Flamme wächst, aber die Höhenlage seines Maximums sich weniger stark senkt als diejenige der Spitze des innern Kegels, *so dass schliesslich beide zusammenfallen.* Zugleich erscheint die *Abgrenzung* des innern Kegels gegen den Flammenmantel zu *mit immer grösserer Schärfe,* indem die Grenzschicht eine immer deutlicher in die Augen springende *grünlich blaue* Farbe annimmt. Bei dem oben angenommenen Druck und Verbrauch von Gas ist es nun nicht möglich, die Zuglöcher ganz zu öffnen, ohne dass die Flamme zurückschlagen würde. Man vermeidet diess, wenn man nicht weiter geht, als es die *äussere* Flammenfigur auf Tafel I darstellt, wo die Höhe der Flamme 115, der grösste Durchmesser derselben $28^1/_2$ und die Höhe des innern Kegels 20 mm beträgt. In diesem Falle darf man sicher sein, dass ein Zurückschlagen der Flamme *auch während der spätern Perioden des Heizens,* wo die Saugkraft des Schornsteins sich in Folge erhöhter Temperatur der in denselben eintretenden Verbrennungsgase mehr geltend macht, nicht vorkommen wird. Dass nicht nur das Heizstadium, sondern auch die Höhe des Schornsteins einen wesentlichen Einfluss auf die Stärke der Luftansaugung ausübt, bedarf als eine längst bekannte Wahrheit hierorts keiner nähern Erörterung, und wir werden uns desshalb für unsern Fall wohl auf die nachfolgende allgemeine Verhaltungsmassregel beschränken dürfen:

„Je höher der Schornstein ist und je länger das Heizen angedauert hat, um so mehr öffne man den Gashahn, oder, wenn man nicht über einen bestimmten Gasverbrauch hinausgehen will, um so mehr schliesse man die Luftzuglöcher."

Diese Vorschrift scheint in direktem Widerspruche zu stehen mit den Resultaten, zu welchen *R. Blochmann* bei seinen, mir soeben bekannt gewordenen, Analysen (Annal. pharm. Bd. 207, S. 172) gelangt ist. Aus diesen Analysen ergibt sich, dass der Inhalt der Mischröhre des Bunsen'schen Brenners beim *Wibel'schen Versuch* (bei welchem bekanntlich das Gasgemisch vor der Verbrennungsstelle vorgewärmt wird)

aus 69,94% Leuchtgas und 30,06% Luft besteht, währenddem er bei *normalem* Gebrauche des Brenners 38,7% Gas und 61,3% Luft enthält, so dass sich also im letztern Falle einem Volumen Leuchtgas beimengt 1,584, im ersteren dagegen nur 0,43 Volumen Luft; ferner dass, als das Gasgemisch eines Bunsen'schen Brenners einmal analysirt wurde, als es unverbrannt ausströmte, dann aber als die Flamme brannte, sich dasselbe im ersteren Falle als aus 30,5 Volumen Leuchtgas und 69,5 Volumen Luft, im anderen dagegen als aus 36,1 Volumen Leuchtgas und 63,9 Volumen Luft zusammengesetzt erwies, wo also beim Brennen der Flamme der Gehalt des Gemisches an Luft um 5,6 Volumprocente kleiner und derjenige an Leuchtgas um ebenso viel Procente grösser war. *Blochmann* erklärt diese Abweichungen durch die Annahme, dass durch die Erwärmung des Brennermischrohres eine Hemmung des in seinem Innern emporsteigenden Gasstromes stattfinde, wobei aber der gesammte Verlust auf Rechnung der angesaugten Luft komme, nichts anf diejenige des Leuchtgases, dessen Ausflussmenge lediglich abhängig sei von dem in der Gasleitung herrschenden Drucke. Danach sollte also auch in unserm Falle das Ansaugen der Luft in dem Maasse abnehmen, als die in den thönernen Konus hinaufragende Brennerkrone sich erwärmt. Nach meinen Erfahrungen erfolgt aber das Gegentheil. Der Widerspruch, der zwischen den mitgetheilten Thatsachen zu bestehen scheint, lässt sich nun aber leicht durch die Annahme heben, die mit dem Anheizen des Ofens wachsende *Saugkraft des Schornsteins* gebe mehr aus, als die mit dem Erwärmen der Brennerkrone *wachsende Hemmung des Luftstromes*. Wir haben es mit zwei in entgegengesetztem Sinne wirksamen Faktoren zu thun, von welchen aber der eine, der den Zug begünstigende, grösser ist als der andere, der den Zug hemmende. Während des *ersten Anheizstadiums,* wo man, um Ofen und Tiegel zu schonen, in der Regel nur eine kleine Vorwärmflamme unterhalten wird, thut man am besten, die untern Luftsauglöcher ganz zu schliessen. Darauf wird man Gas- und Luftzutritt, beide proportional, allmälig steigern, bis man nach 5—10 Minuten beim gewünschten Gasverbrauch angelangt ist. Letzteren gestatten die gegebenen Ofendimensionen innert der Grenzen von 95—150 Litern in der Stunde zu halten, wobei die Drosselklappe beim Minimalconsum in die Mittelstellung zu bringen, beim Maximalconsum dagegen ganz zu öffnen ist.

Die Erscheinungen, wie sie bei unserm Brenner eintreten, wenn die untern Luftsauglöcher allmälig geöffnet werden, sind ganz analog denjenigen, welche bei einem allmälig verstärkten Gebläse beobachtet werden, indem die Vergrösserung dieser Oeffnungen denselben Effekt wie die Verstärkung des Gebläses hervorbringt. Die Flamme wird immer kleiner und in Folge davon, da sich ja die Verbrennung derselben Stoffmengen in einem engeren Raume vollzieht, *immer heisser*. Zugleich bekömmt aber die Flamme, und darauf lege ich besonderen Werth, *eine für die Erwärmung eines Tiegels weit geeignetere Form*. Der nach *Bunsen* heisseste Theil der Flamme, der *Schmelzraum,* bildet bei der gewöhnlichen Flammenform einen gleichsam über den innern, durch das Gasgemisch von Leuchtgas und Luft gebildeten, Kegel gestülpten sog. Kübel-Helm. Will man von seiner Wärme Gebrauch machen, so muss man den Tiegel so in der Flamme placiren, dass sein Boden in den innern Flammenkegel, dessen Temperatur bekanntlich viel niedriger ist als diejenige des Schmelzraumes, hineinzustehen kömmt. Der Tiegelboden wird also, gleich als ob er wie bei dem Perrot'schen Ofen auf einer schlecht wärmenden Unterlage stände, nur mangelhaft erwärmt, während doch gerade der Boden es ist, welcher am Besten erwärmt sein sollte. Ganz anders bei unserer Flammenform, wo man nur dafür zu sorgen braucht, *dass die Spitze des innern Kegels beinahe den Boden des Tiegels berührt,* um damit letzteren mit seiner ganzen Peripherie, ganz besonders aber mit seinem Boden, in die wirksamste Heizsphäre gebracht zu haben.

Die *Beschickung* und auch die *Entleerung* des Ofens können in sehr kurzer Zeit bewerkstelligt werden. Die letztere gelingt, trotz der hohen im Ofen herrschenden Temperatur ohne die geringste Beschwerde, wenn man, nachdem zuvor Gashahn und Drosselklappe geschlossen worden, mit einer Tiegelzange den Knopf des Charnierdeckels fasst und letzteren zurückschlägt, hierauf den mittleren Deckel auf den Charnierdeckel hinauslegt, den untern ringförmigen Deckel über den Knopf des mittleren stülpt und schliesslich den Glühtiegel selbst (falls er nicht ein geschmolzenes Metall enthält, welches rasch ausgegossen werden muss, und wo dann natürlich die Flamme vorher nicht ausgelöscht werden darf) auf jenen Knopf stellt. Hier lässt man ihn soweit sich abkühlen, als nöthig ist, um ihn dann ohne Gefahr in den Exsiccator überführen zu können. Die eben beschriebene Anordnung ist auch auf Tafel I mitberücksichtigt.

Was die *Wirksamkeit unseres Ofens* anbelangt, so ist es mir schon bei denjenigen Versuchen, welche ich mit dem *erstausgeführten* Modell anstellte, gelungen, *Silber zu schmelzen* und *Kalk zu brennen*. In dem Maasse, wie dann der Ofen und nachher auch der Brenner verbessert wurde, steigerte sich der Effect, so dass es *nacheinander* gelang, *Messing, Münzgold, chemisch reines Gold* und *Kupfer* zu schmelzen, auch *Strontianit* völlig zu brennen. Ich erkläre ausdrücklich, dass es in der Entwicklungsgeschichte unseres kleinen Ofens ein Stadium gegeben hat, wo *Gold* regelmässig *schmolz, Kupfer* aber ebenso hartnäckig *trotzte. Diese Erfahrung steht in directem Widerspruche mit der überall vorkommenden Angabe, dass Gold schwerer schmelzbar als Kupfer sei.*

Um die Wirksamkeit des Ofens noch deutlicher zu machen, will ich von den zahlreichen Aufzeichnungen, die ich anlässlich verschiedener Schmelz- und Glühproben gemacht habe, im Folgenden einige mittheilen, bei welchen zwei von den drei in Betracht kommenden Factoren gleich oder doch nicht in dem Grade verschieden sind, dass nicht eine unmittelbare Vergleichung möglich wäre.

I. Temperatursteigerung während des Heizens.

Nummer	Zeit in Minuten	Stündl. Gasverbrauch in l.	Temperatur im Schornstein
1.	17	100	100° C
2.	45	100	241
3.	60	100	249
3. a	60	152	290
4.	135	100	259,5

Bei diesen Versuchen war das *Thermometer* so tief eingesenkt, dass der Quecksilbersack gerade in die Mitte des Schornstein-Calibers zu stehen kam. Der Ofen enthielt dabei einen Platin- oder Porcellantiegel mit 20—30 g carrarischem Marmor oder auch einem Porcellantiegel mit 14,76 g Strontianit.

II. Kalkbrenn-Versuche.

1. Ofen nicht angeheizt.

Nummer	Marmor in g	Stündl. Gasverbrauch in l.	Druck in mm	Zeit in Minuten
1.	1	103	19-21,5	12
2.	5	103	19-21,5	25
3.	10	96	17-17,5	40
4.	20	103	18,5-19,5	50
4. a	20	106	17,5-23	45
5.	30	95,5	18,5	65
5. a	30	130	27-29,5	60

2. Ofen angeheizt.

1.	1	123,5	26	4
2.	5	123,5	26	10
3.	10	123,5	26	19
3. a	10	96	17-17,5	25
4.	20	98,5	18-19	45
4. a	20	104,5	18-21	40
5.	30	100,3	21	50

„Ofen angeheizt“ heisst, dass unmittelbar vorher der Ofen gebraucht worden war und die zum Kalkbrennen nöthige Temperatur darin bestanden hatte.

Der *Gasdruck,* wie er hier angegeben ist, drückt nicht denjenigen Manometerstand aus, welchen man bei völlig geschlossener Leitung beobachtet. Es war dabei vielmehr die Anordnung getroffen, dass von der Gasuhr weg ein Kautschukschlauch zu einem eisernen T-Rohr führte und von diesem dann zwei gleich (blos 65 cm) lange Schläuche, der eine zu dem mit Wasser beschickten Manometer, der andere zu dem Brenner, weiterführten. Wie man sieht, zeigte der Gasdruck innert der Versuchszeit oft ganz erhebliche Schwankungen, und bezeichnet folglich die für den Gasverbrauch angegebene Zahl den *mittleren* Verbrauch. Wenn zwischen den beiden Daten des *Druckes* und des *Verbrauches* nicht immer das gleiche Verhältniss besteht, so ist zu berücksichtigen, dass die geringste Verstopfung der Gasausflussöffnung durch die bekanntlich vom Leuchtgase mitgeführte schwarze Substanz nicht blos eine Erniedrigung des Gasverbrauches, sondern bei der beschriebenen Anordnung nothwendig auch eine Erhöhung des Gasdruckes zur Folge haben musste. Nach achttägigem Gebrauche des Brenners war z. B. der für einen stündlichen Verbrauch von 100 l nöthige Gasdruck ganz allmälig auf 18,5—19 mm gestiegen, nachdem er anfänglich blos stark 17 mm betragen hatte.

Die mit *Fettschrift* gedruckten Zahlen bezeichnen diejenigen Quantitäten carrarischen Marmors, wo derselbe *in Stücken* gebrannt wurde. Sonst geschah es *im pulverisirten* Zustande.

Die angegebenen *Zeiten* sind so zu verstehen, dass nach Verfluss derselben der Kalk vollständig gebrannt vorgefunden ward. Können nun diese Zeitangaben auch nicht als *absolut richtige Minimalzahlen* gelten, so darf ich es doch auf Grund der grossen Anzahl vorgenommener Proben als sicher bezeichnen, dass Niemand in einer auch nur *um wenige Minuten kürzeren Zeit* das angegebene Resultat erreichen wird. Und auch die angegebenen Zeiten kann ich nur für den Fall garantiren, *dass die Grösse und Höhenlage des Tiegels im richtigen Verhältnisse zu den Flammendimensionen gewählt sind.* Die Prüfung des Rückstandes auf allfällig noch vorhandene *Kohlensäure* erfolgte in der Regel durch das einfache quantitative Mittel der Wägung des vorher im Exsiccator völlig erkalteten Tiegels. Als solcher wurde bis und mit 20 g immer ein Platintiegel, für 30 g dagegen häufiger ein Porcellantiegel benützt.

Es mag hier die Mittheilung meiner regelmässig gemachten Erfahrung Platz finden, *wonach carrarischer Marmor sich als dem Begriffe des chemisch reinen kohlensauren Kalkes näher stehend erwiesen hat, als isländischer Doppelspath.* Er liefert genau die von der Theorie geforderte Quantität gebrannten Kalk. Ein leicht ausführbares und dabei in mehr als einer Hinsicht instructives *Vorlesungs-Experiment* besteht darin, das man 10 g carrarischen Marmor, also 1 Moleculargewicht = 2 Aequivalente Calciumcarbonat in Decigrammen, auf einer 1 cg noch deutlich angebenden Waage vorwiegt und dann durch eine zweite nach mittlerweile erfolgtem Glühen und Erkalten (im Exsiccator) vorgenommenen Wägung nachweist, dass der darin enthaltene Kalk genau das Gewicht von 5,6 g besitzt.

Während das Brennen von kohlensaurem Kalk selbst unter ungünstigen Bedingungen, was Gasdruck und Zerkleinerungszustand des Minerals betrifft, leicht gelingt, bietet das Brennen von *kohlensaurem Strontian* ungleich grössere Schwierigkeiten dar. Es gelang mir indess das vollständige Brennen von 14,76 g (= 1 Moleculargewicht = 2 Aequivalenten in Decigrammen) pulverisirten Strontianits bei einem stündlichen Gasconsum von 149 l. Bei der Verwendung von natürlichem Strontiumcarbonat, *Strontianit,* wird man wegen des Kalkgehaltes des Minerals regelmässig etwas weniger Glührückstand erhalten, als die Theorie für den Fall völliger chemischer Reinheit dieser Verbindung fordert.

Alle speciellen Anwendungen, deren der beschriebene Ofen fähig ist, aufzuzählen, wäre kundigen Chemikern gegenüber eitel Reclame. Ich mache desshalb nur noch auf eine solche aufmerksam, wo unser Ofen eine meines Wissens bis jetzt nicht versuchte nicht unwesentliche Vereinfachung eines wichtigen und häufig vorkommenden analytischen Verfahrens gestattet. Die niedrigste Anforderung, welche die analytischen Lehrbücher an den *Zertheilungszustand zur Aufschliessung bereiter Silicate* stellen, ist, dass beim Reiben im Achatmörser kein kreischendes Geräusch mehr gehört werde. Andere gehen aber beträchtlich weiter, indem sie verlangen, dass das gesammte zu analysirende Quantum *gebeutelt* werde. Welche Erleichterung in der Arbeit und welche Sicherung eines vertrauenerweckenden analytischen Resultates nun darin liegt, wenn das Mineral keineswegs besonders fein pulverisirt zu sein braucht, liegt auf der Hand. Es wird desshalb hierorts die Bemerkung genügen, dass es mir gelungen ist, *Porcellan, Disthen, Staurolith* und *Zirkon* sogar in Form von kleinen, noch mit der Pincette fassbaren Stücken aufzuschliessen. Von jedem der vier angeführten, schwer zersetzbaren Silicate wurden je 100 Stück genommen, vom Porcellan im Gesammtgewichte von 1,6434, vom Disthen von 0,4481, vom Staurolith von 0,2973, vom Zirkon von 0,7648 g, wozu dann aber noch ein besonderes Stück von 0,1145 g gebracht wurde. Nur bei letzterem Mineral war die Aufschliessung keine vollständige, indem sogar noch greifbare Trümmer des grösseren Stückes vorgefunden wurden.

Endlich sei noch für Diejenigen, welche den Ofen, statt zu analytischen Zwecken, zur *Darstellung von Präparaten,* wo es mehr auf möglichst grosse in Arbeit zu nehmende Quantität als auf möglichst hohe Temperatur ankömmt, wie etwa zur Reduction von metallischem Silber aus Chlorsilber, zur Darstellung von reinem Kalk aus carrarischem Marmor, bemerkt, dass in solchen Fällen der Deckel des Reverberirtiegels weggelassen werden darf, was den Vortheil gewährt, fast doppelt so grosse Tiegel zu verwenden, als bei normalem Gebrauche des Ofens zulässig sind. Diese Tiegel dürfen dann bis gegen 0,5 cm *über* den *äussern* Rand des Reverberirtiegels emporragen, aber keinen grössern äussern Durchmesser als 4,5 cm haben. Die namentlich bei Porcellantiegeln häufig vorkommende, nach Oben sich stark erweiternde Form ist also hier nicht anwendbar und zwar weniger desshalb, weil hiedurch der Zug zu sehr geschwächt, als vielmehr, weil die Erwärmung des in der Mitte der obersten Schicht des Tiegelinhaltes befindlichen Theiles eine zu unvollständige wäre. Denn der grosse Vortheil, welcher in der gänzlichen Umhüllung des Tiegels durch die Flamme liegt, tällt bei dieser, nur auf Kosten der Wirksamkeit durchführbaren Vereinfachung natürlich weg. Bei dieser anormalen Benutzung des Ofens erscheint es auch zweckmässig, während des letzten Drittels der Operationszeit sein Hauptaugenmerk auf die Erwärmung des obersten Theiles der Tiegelwandung zu richten, indem man durch Verkleinerung der Luftzuglöcher des Brenners die Flamme etwas verlängert und dieselbe allenfalls auch durch Unterschiebung einer höchstens 1 cm hohen Unterlage unter den Brenner geradezu höher placirt. Auf diese Weise konnte ich 74,28 g Marmor in einem 0,6 dl fassenden Platintiegel völlig brennen.

Der erste nach den dargelegten Principien construirte Ofen wurde im Jahre 1872 unserem Laboratoriums-Inventar einverleibt. Im folgenden Jahre benützte ich das gleiche Exemplar zu einem Vorlesungsversuche anlässlich eines von mir vor dem St. Galler Gewerbeverein gehaltenen Vortrages „Ueber die Anwendung des Leuchtgases als Heizmittel". Im Protocoll der Sitzung vom 11. März 1873 findet sich in der Besprechung jenes Vortrages folgende Stelle: „Es wurde in einem kleinen, ähnlich dem Perrot'schen Ofen gebauten, Apparate ein Stück Marmor in Zeit von einer halben Stunde zu Kalk gebrannt." Ueber denselben Ofen referirte auch mein früherer Schüler *Carl Schlatter* in einem technischen Cirkel in Zürich (Wintersemester 1874 auf 75). Dieser *älteste* Ofen hat die Grösse des oben beschriebenen Modelles II, von welchem er sich jedoch in der Construction nicht unwesentlich dadurch unterscheidet, dass sich im Boden desselben statt des einfachen Konus aus Thon ein doppelter aus Schwarzblech befindet, von welchen der äussere nicht nur weiter, sondern auch höher als der innere ist und einen weniger steilen Kegelmantel besitzt. Mittelst dieser Einrichtung bezweckte ich, durch den Zwischenraum zwischen den zwei Kegeln hindurch Luft in der wirksamsten Richtung ringsum in die Flamme eindringen zu lassen, glaubte sie aber, wie auch den bei allen meinen älteren Oefen angewandten doppelwandigen Schornstein im Interesse der Vereinfachung und angesichts der mittlerweile vorgenommenen Verbesserung in der Brennerconstruction bei den neueren Exemplaren weglassen zu dürfen. Sie besteht aber auch bei dem Modell I vom Jahre 1875, welches sich von Nr. II ausser der schon Eingangs erwähnten geringeren Grösse auch dadurch unterscheidet, dass der Reverberirtiegel sich nach Oben verengt, wodurch der durchlöcherte Deckel überflüssig wird. Ein zweites Exemplar von Modell I figurirte an der vom St. Galler Gewerbeverein anlässlich der Einweihung des neuen Museums im October 1877 improvisirten kleinen Ausstellung und das Jahr darauf unter andern Lehrmitteln an der internationalen Ausstellung in Paris. Ich führe diese Daten an, um damit zu beweisen, dass der auf ähnlichen Principien beruhende, aber ungleich einfachere und billigere und insofern auch recht empfehlenswerthe Gasofen von *Walther Hempel,* beschrieben im letzten Quartalhefte des Jahrgangs 1877 (Bd. 16, S. 454) von Fresenius, Zeitschr. für analytische Chemie, ohne Einfluss auf die Construction des meinigen gewesen ist. Im Uebrigen halte ich es für zwecklos, eine Parallele zu ziehen zwischen den beiden für denselben Zweck von zwei verschiedenen Personen unabhängig von einander (wie diess ja wiederholt schon bei Wichtigerem vorgekommen ist) erdachten Apparaten und überlasse es den

laborirenden Chemikern, welchem von beiden sie den Vorzug geben wollen, dem zuerst publicirten oder dem zuerst construirten.

2.

Ofen für geschlossene eiserne Röhren zum Erhitzen von Substanzen bei hoher Dampfspannung.

Derselbe ist auf Tafel 2 in $^1/_4$ der natürlichen Grösse im Horizontal- und Vertical-Durchschnitt, in letzterem sowohl der Länge als der Breite nach, dargestellt. Die Grundanlage dieses Ofens ist eine sehr einfache: *Drei Hohlcylinder von ungleichem Durchmesser und ungleicher Länge aber mit gemeinsamer geometrischer Axe.* Von diesen drei Hohlcylindern ist der *innere,* während des Betriebes ganz geschlossene, zur Aufnahme der Eisenröhren bestimmt, der *mittlere,* auch während des Betriebes sowohl unten als oben offene, führt die Verbrennungsgase rings um den innern Cylinder herum schliesslich in die Schornsteine, der *äussere* endlich dient blos zum Schutze gegen Abkühlung, also zur Vervollständigung der thermischen Isolirung. Das ist der Grundgedanke der Construction. Zur Erstellung eines praktisch brauchbaren Apparates war aber noch Verschiedenes nöthig, zuvörderst

1. Ein geeigneter Brenner. Als solcher dient ein Bunsen-Brenner von gewöhnlicher Grösse, auf welchen oben mit Hülfe eines durchbohrten Korkes ein *T-förmiges* Messingrohr aufgesetzt ist. Dessen bis auf eine Länge von etwas über 36 cm ausgestreckten, genau horizontal gestellten Aeste haben zunächst von 2 zu 2 cm kleine Oeffnungen, so dass es 19 Flämmchen gäbe, wenn nicht durch Einschaltung von je 2 ferneren Oeffnungen in den äussersten und anderäussersten und je einer Oeffnung in den drittäussersten Zwischenräumen die Zahl der Flämmchen um 10, also auf *29* erhöht würde. Die angegebene Verstärkung der Flammenzahl gegen die beiden Extreme zu hat sich als ausreichend erwiesen, um das angestrebte Ziel: *„Gleiche Temperatur an beiden Enden als wie in der Mitte“* zu erreichen. Damit die T-Aeste möglichst parallel mit der Cylinderaxe und folglich auch mit der untern Wandung des innern, des Heiz-Cylinders, zu stehen kommen, was durchaus wesentlich ist, sind an dem gemeinsamen, einen Längsschlitz für die Verbrennungsgase offen lassenden, untern Fortsätze des äusseren und des mittleren Cylinders zwei Blechbänder angeschraubt, in welchen der Brenner mit seinen Aesten mehr hängt, als dass er unten auf seinem Fusse aufstehen würde.

2. Ein leicht zu handhabender Verschluss auf beiden Längsseiten. Derselbe ist eine sehr gute Leistung von Flaschner *E. A. Rösle,* damals in St. Fiden, welchem ich gerne bei diesem Anlasse öffentlich meine Anerkennung für seine verständnissvolle Mitwirkung bei der Ausführung meiner Apparate ausspreche. Dadurch, dass die Deckel des äusseren und des mittleren Cylinders auf der Innenseite rinnenartige Führungen, die Deckel des mittleren und des inneren Cylinders dagegen auf der Aussenseite in diese Führungen passende vorspringende Ansätze tragen, gelingt es mit grösster Leichtigkeit, alle drei Cylinder auf einmal zu schliessen, sowie auch zu öffuen. Um zu öffnen, hebt man zuerst den am äusseren Deckel angebrachten Riegel mit Hülfe des Knopfes in die Höhe und dreht dann mit Hülfe desselben Knopfes die drei Deckel an ihren Charniergelenken mit raschem Rucke abwärts, wobei sich die erwähnten Ansätze in ihren Führungen in der Richtung gegen die betreffenden Kreiscentren hin bewegen.

3. Ein Träger für die Eisenröhren. Derselbe stellt einen der Hauptsache nach aus drei Rundeisenstäben und zwei Blechscheiben bestehenden *Schragen* dar. Diese Blechscheiben reichen nur bis in die halbe Höhe des inneren Cylinders hinauf und tragen je zwei Einschnitte als beidseitige Lager für die Eisenröhren, welche letzteren dadurch in eine symmetrische Lage rechts und links von der Cylinderaxe zu stehen kommen. Der Schragen springt oben an seinen beiden Enden noch in einen kleinen *Anbau* aus, bestimmt als Lager für ein kurzes Stück Eisenrohr zu dienen.

Was nun die *Eisenröhren* selbst betrifft, so werden dieselben aus dem *hintern* Theile *im Gebrauche gewesener Flintenläufe* angefertigt. Da bei allen älteren Läufen (Vorderladern) die Stockschraube bereits auf der einen Seite einen ganz ausgezeichneten, abnehmbaren, Verschluss bildet, so hat man nur noch nöthig, auch am entgegengesetzten Ende ein Gewinde einschneiden zu lassen. Ein Ring aus dickem *Bleiblech* bildet, ohne dass ein Beschmieren desselben mit Mennigkitt nöthig wäre, eine ebenso sichere als reinliche Dichtung. Das Ein- und Ausschrauben wird, nachdem man den Lauf in einem Schraubstock befestigt hat, leicht mittelst eines englischen Schlüssels bewerkstelligt. Solche *gebrauchte* Flintenläufe sind in denjenigen Fällen, in welchen eine zerstörende Wirkung der Beschickung auf die Eisenwandung, wie z. B. bei einer Auflösung von Alkalien in Wasser, ausgeschlossen ist, den sonst gebräuchlichen *zugeschmolzenen Glasröhren* mit Rücksicht auf Dauerhaftigkeit, Sicherheit, Annehmlichkeit beim Gebrauche und, wenn es sich um eine grössere Zahl anzustellender Versuche handelt, auch auf Oekonomie weit vorzuziehen. Sie stellen die festesten Dampfkesselchen dar, die überhaupt erhältlich sind. Darin, dass dieselben früher zum Schiessen gebraucht worden sind, wo sie einen ungleich grösseren Druck auszuhalten hatten, als sie nunmehr, in ihrem zweiten Dienstalter, je auszuhalten haben werden, liegt die denkbar grösste Garantie, dass sie nicht, wie das bei Glasröhren bekanntlich gar häufig vorkömmt, beim Heizen zerspringen werden. Ich muss aber Jeden, der von diesem Apparate Gebrauch zu machen geneigt sein sollte, dringend ermahnen, nicht nur *die chemische Beschaffenheit* des in die Röhren zu bringenden Stoffes, sondern auch *die Höhe der eintretenden Dampfspannung* in Erwägung zu ziehen. Hat man in dieser Richtung keine bestimmten Anhaltspunkte, so wird man besser thun, sich der bisher üblichen Glasröhren und irgend eines

offenen Ofens, z. B. desjenigen von *Erlenmeyer,* zu bedienen. Ich selber habe nur Versuche mit *Wasser, verschiedenen Salzlösungen,* ganz besonders häufig aber mit *Alkalien* und noch häufiger mit *Schwefelalkalien* angestellt, wobei nicht selten die Dampfspannung (d. h. also die für *jede* Temperatur *wohlbekannte* Spannung des *Wasser*-Dampfes!) 12 und mehr Atmosphären betrug. Nie hat sich dabei etwas Schlimmeres ereignet, als dass etwa ein „Schweissen" und zwar, weil die Schrauben nicht fest genug angezogen waren, an den Dichtungsstellen beobachtet wurde. Einmal nur beobachtete ich diese Erscheinung auch an einer Stelle der Wandung eines schmiedeisernen, nie eines gussstählernen Laufes.

Die *kurzen Laufstücke,* die auf die Verlängerungen des Schragens zu liegen kommen, tragen oben je eine kreisförmige Oeffnung, gross genug, um den Quecksilbersack eines eingesenkten *Thermometers* aufzunehmen. *Die Thermometer kommen so unter ganz entsprechende Erwärmungsbedingungen wie der Inhalt der Läufe,* worauf ich besonderes Gewicht lege. Ich heisse diese Temperatur die *„Metall"*-Temperatur zum Unterschiede von der *„Luft"*-Temperatur, d. h. derjenigen, welche ein blos von Luft umgebenes Instrument anzeigt. Sie ist immer um einige Grade höher als letztere, und ich halte dafür, dass sie maassgebend sei für die Beurtheilung des Zustandes im Innern der Eisenröhren.

4. Vorrichtungen zur Anbringung der Thermometer und des Thermostaten. Um den Thermometern auch oben einen Halt zu geben und zugleich den innern Cylinder während des Heizens nach Aussen abzuschliessen, führen an beiden Enden des Heiz-Cylinders, gerade senkrecht über den unter *3.* genannten kurzen Laufstücken, kurze Messingröhren von der obern Wandung des inneren Cylinders bis etwas über den äusseren hinauf. Einfach mit Hülfe durchbohrter Körke können dann die zwei Thermometer aufgesetzt werden. Ein ähnliches Rohr ist auch in der Mitte der Cylinderaxe für den Thermostaten angebracht. Damit aber dieser unter die unmittelbarste Einwirkung der Heizflamme komme, ist in der Mitte der untern Wandung des Heiz-Cylinders ein cylinderförmiges Näpfchen aus Messing, nach Unten hervorragend, eingesetzt. Der ebenfalls mit Hülfe eines durchbohrten Korkes oben befestigte Thermostat wird nun bis auf den Boden dieses Näpfchens eingesenkt. Bevor man aber diess thut, schiebt man eine Messingröhre von etwas engerem Caliber, als es das Näpfchen und die obere Röhre haben, durch die letztere hinunter bis auf den Boden des ersteren. Sie ist so lang, dass sie, völlig eingesenkt, mit ihrem obern Ende noch in die untere Hälfte der obern Röhre hinaufreicht und folglich nach keiner Seite sich verschieben kann. Diese Röhre dient dem Thermostaten als schützender Panzer, wenn man, ohne ersteren zuvor wegzunehmen, die Läufe herausziehen oder hineinschieben will. Die eben beschriebene Placirung des Thermostaten ist die denkbar günstigste. Jede im Gasdrucke eintretende Veränderung bekommt das Instrument sofort zu fühlen. Es ist ganz falsch, den Thermostaten, wie das so häufig geschieht, in eine möglichst derjenigen des Thermometers entsprechende Situation zu bringen. Denn in diesem Falle wird der Thermostat, welcher in dem Maasse, als er mehr Quecksilber enthält als das Thermometer, auch träger als dieses in seinen Angaben ist, *dem Thermometer nachgehen,* während er ihm umgekehrt *vorgehen* sollte. Solch' ein schlecht placirter Thermostat ist jenen ältern mechanischen Regulatoren zu vergleichen, die ihre Wirksamkeit erst dann voll entfalten, wenn es schon erheblich zu spät ist. Zwar liegt es im Wesen eines jeden automatischen Regulators, dass er erst durch das thatsächlich eingetretene Uebel zur Thätigkeit gebracht wird. Allein es frägt sich, wie weit das Uebel bereits fortgeschritten sein muss, um den Regulator aus seinem trägen Zustande aufzurütteln, und wird sich folglich die Güte eines Regulators direct nach seiner Empfindlichkeit bemessen. Die Empfindlichkeit aber richtet sich nach der Construction in dem Sinne, dass es eben bessere und schlechtere Constructionen gibt. In unserm Falle nun, wo es sich nicht wie bei einem mechanischen Regulator darum handelt, eine zu gross gewordene Geschwindigkeit wieder auf ihr ursprüngliches Maass zurückzuführen, sondern der stärkeren Erwärmung, die in Folge grösser gewordenen Gasdruckes unfehlbar eintreten müsste, vorzubeugen, besitzen wir ein ausgezeichnetes Mittel, die Wirksamkeit eines Regulators von gegebener Construction dadurch zu steigern, *dass wir ihm den geeignetsten Platz anweisen.* Diesen nimmt er aber dann ein, wenn *er* zuerst die Folgen der eingetretenen Erhöhung des Gasdruckes verspürt, viel früher als das Thermometer und die zu erwärmende Substanz. So ist es bei unserm Apparate. Der Quecksilbersack des Thermostaten ist von dem mittleren Flämmchen, welchem das Gas auf kürzestem Wege zuströmt, nur durch eine schmale Luftschicht und dünne Messingwand getrennt, während die von den andern Flämmchen erzeugte Wärme zwei ungleich dickere Luftschichten und zwei Eisenwandungen, von welchen die zweite, diejenige der Läufe, sehr stark ist, durchdringen muss, um zu den Quecksilbersäcken der Thermometer, resp. zu dem Inhalte der Läufe zu gelangen. Lange bevor das Zuviel an Wärme dorthin vordringen kann, fängt der Thermostat zu arbeiten an. Er geht also, wie er soll, dem Thermometer vor.

Was endlich den *Thermostaten* selber betrifft, so zeigt unsere Zeichnung deutlich, dass es der *Reichert'sche „Thermoregulator"* ist, der hier zur Anwendung gelangt. Ich benütze dieses Instrument seit seinem ersten Bekanntwerden im Jahre 1872 und muss ihm auf Grund dieser langen Erfahrung das Prädicat der *Vortrefflichkeit* beilegen, wenigstens von der Entwicklungsphase an, *da der obere Theil abnehmbar und drehbar erstellt worden ist.* Denn nicht nur ist hiedurch erzielt worden, dass die sich aus dem Leuchtgase ablagernde bekannte (und doch ihrem Wesen nach noch unbekannte!) lästige schwarze Substanz leicht mittelst

eines kleinen Haarpinsels entfernt werden kann, es ist nun auch möglich, durch geeignete Stellung des obern Theiles *jene kleine kreisförmige Oeffnung,* die das Erlöschen der Flamme verhindern soll, wenn das rasch gestiegene Quecksilber die Hauptgasausflussmündung des Thermostaten gänzlich verschliesst, *mehr oder weniger zuzudecken.* Diess zu können ist aber für den Fall eines hohen Gasdruckes und beabsichtigter sehr schwacher Heizung, wie eine solche allerdings nicht beim Röhrenofen, wohl aber bei dem unmittelbar nachher zu besprechenden Trockenapparat vorkommen kann, sehr wesentlich. Denn in diesem Falle kann es geschehen, dass schon durch diese kleine Oeffnung mehr Gas austritt, als für die Einhaltung der relativ niedrigen Heiztemperatur zulässig ist. Freilich wird man diesem Uebelstande nur bei zweckmässig construirten, d. h. mit einem Minimum Heizstoff sich begnügenden Apparaten begegnen. Jene alten „Brennstofffresser", die nur einen geringen Bruchtheil der erzeugten Wärme nutzbar werden lassen, haben auch ihre gute Seite, indem es bei ihnen weit leichter ist, eine bestimmte und gleichförmig vertheilte Temperatur einzuhalten. Darin liegt mit ein Grund ihrer sonst unverdienten Beliebtheit.

5. Zwei Schornsteine. Dieselben werden auf die zwei Schlitze, die zwischen Thermostat und Thermometern als den mittleren und äusseren Cylinder durchbrechende Rauchkanäle freibleiben, aufgesetzt. Den Verhältnissen entsprechend sind sie ziemlich schmal, dafür aber um so breiter.

Als Beispiel für die im Ofen bestehenden *Temperaturverhältnisse* und den nöthigen *Gasverbrauch* mögen folgende Beobachtungen hier Erwähnung finden:

Es waren zwei sog. Normal-Thermometer aufgesetzt, von welchen dasjenige links 175,7, das rechts 173° C zeigte. Die Differenz betrug also 2,7° zu Gunsten von links. Als dann die Thermometer gewechselt wurden, reducirte sich die Differenz auf 174,2—173,6 = 0,6 und blieb so auch bei beidseits eingetretener geringer Abkühlung, 174—173,4. Sie stieg aber wieder auf 2,6, als die Thermometer in ihre ursprüngliche Stellung zurückgebracht wurden, 174,6—172. Hieraus ergiebt sich nun, *dass die Temperatur allerdings links etwas höher war als rechts, aber nur um 1,6° C.* Denn 1° muss der Ungleichheit der benützten zwei Thermometer, obgleich *Normal-Thermometer,* angerechnet werden.

Als die beiden Thermometer um je 3 cm emporgezogen wurden, so dass deren Quecksilbersäcke in einigen Abstand über die Läufe zu stehen kamen, erzeigte sich ein minus an Graden im Mittel von 6°. Ich bin nun aber keineswegs geneigt, den vollen Betrag dieser Differenz der Abweichung der „Luft"-Temperatur von der „Metall"-Temperatur anzurechnen, nehme vielmehr an, dass ein nicht unbeträchtlicher Bruchtheil davon auf Rechnung der verschiedenen Höhenlage zu stehen komme.

Bei diesen Versuchen belief sich der *Gasverbrauch* in der ersten Stunde auf 98, in der zweiten und dritten durchschnittlich auf $80^3/_8$ und in der vierten Stunde auf $76^1/_2$ l. Bei einem *andauernden* Verbrauche von 98 l per Stunde steigt die Temperatur bis auf 200°, entsprechend 14 Atmosphären Ueberdruck.

Ich habe den in Vorstehendem beschriebenen Apparat namentlich zu Versuchen über die günstigsten Bedingungen für die Darstellung von sog. *chemischem Holzstoff* benützt. Ohne mich hier über diese Versuche weiter zu verbreiten, will ich doch in Kürze mittheilen, wie man in einfachster Weise sog. *Lignit* uud *reinen Zellstoff* erhalten kann und zwar unter Verhältnissen, die es gestatten, diese Darstellung technisch wichtiger Präparate zu einem Vorlesungsversuche zu machen. Hiebei ist einfach die Anordnung zu treffen, dass bei einer Vorlesung der Apparat beschickt und die Heizung in Gang gesetzt, bei der nächstfolgenden die mittlerweile längst erkalteten Läufe geöffnet werden.

„Lignit." Ein einzelner Stab oder besser ein Bündel mehrerer dünner Stäbe Holz (z. B. harzfreies Tannenholz) wird in einen Lauf geschoben und die ungefähr achtfache Menge destillirtes Wasser zugesetzt (z. B. zu einem Stabe von 5,5 g Gewicht 44 cm^3). Man erwärmt nun 3—4 Stunden lang auf 172° C., entsprechend 7 Atmosphären Ueberdruck. Dabei wird man eine dunkle, stark sauer reagirende Lauge und sog. Lignit erhalten. Letzterer wiegt nach vollständigem Auswaschen und Trocknen 20—30% weniger als vorher das Holz.

Cellulose. Man nimmt statt Wasser eine Auflösung von *Natronhydrat* oder noch besser von *Schwefelnatrium,* denn letzteres wirkt, wenn in aequivalenter Menge verwendet, wie ich auf Grund meiner Versuche mit aller Bestimmtheit behaupten darf, stärker als ersteres. Man nehme auf 1 Gewichtstheil Holz 9 cm^3 einer Lösung, die im cm^3 0,2 g *krystallisirtes* Schwefelnatrium (Na_2S, 9 aq.) enthält. Rationeller vom technischen Standpunkte aus ist es freilich, das indirecte Verfahren einzuschlagen, d. h. zuerst Lignit und erst aus diesem mit Hülfe von Alkali, wozu dann die Hälfte ausreicht, Cellulose darzustellen. So wurden z. B. bei einem Versuche dem Holze zunächst durch Wasser allein 27,2 und dann durch Alkali noch 35,4% entzogen, und es resultirten 37,4% Cellulose. Ob man nun so oder so verfahre, man erhält schliesslich ein Product, das nur noch der Bleichung mit Chlorkalk bedarf, um völlig reiner Zellstoff zu sein.

Unsere Eisenläufe lassen sich auch für ein neues Verfahren der *Aufschliessung der Silicate,* welches sich in gewissen Fällen empfehlen dürfte, benützen. Dieses Verfahren beruht darauf, dass die Silicate durch eine Auflösung von *Barythydrat bei hoher Dampfspannung* zersetzt werden. Ich hoffe, dass ich später die nöthige Zeit erübrigen werde, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen.

3.

Abdampf- und Trocken-Apparat mit Luft- und Wasser- oder Spiritusbad.

Die zugehörigen, im Maassstabe von $^1/_4$ der natürlichen Grösse ausgeführten Abbildungen füllen die Doppeltafel 3 und den grössern Theil von Tafel 3 a.

A. Der Apparat mit Luftbad

ist auf Tafel 3 in der Verticalansicht, im Verticaldurchschnitt, in drei Horizontaldurchschnitten und, was zwei Bestandtheile betrifft, noch in zwei Grundrissen so detaillirt dargestellt, dass wir uns bei der Beschreibung dieses etwas complicirten Apparates dennoch, unbeschadet der Verständlichkeit, auf die nachfolgenden Angaben werden beschränken dürfen.

Das *Stativ* setzt sich zusammen aus *drei Stäben* von starkem *T-Eisen,* die durch *zwei* daran genietete 0,5 cm dicke *Eisenreife* zusammengehalten sind, *drei* an den *obern* Eisenreif angenieteten nach Innen vorspringenden *consolartigen Trägern* und endlich einem zwischen die zwei Reife und die drei T-Pfeiler eingeklemmten cylindrischen *Mantel* aus lackirtem *Eisenblech.* Zweck des letzteren ist, die Wärme zusammenzuhalten, zugleich aber auch den Heizflämmchen durch eine horizontale Reihe kreisförmiger Oeffnungen Luft in der nöthigen Menge und in geeigneter Richtung zuzuführen. Er ist, um bequem zu allen Theilen des Brenners gelangen zu können, vorn von einem hohen und weiten, während des Betriebes geschlossen gehaltenen, Thore und rechts unten von einer kurzen Messingröhre durchbrochen, welch' letztere den Gaszuflussschlauch durchzuschieben gestattet. Die drei T-Eisenpfeiler reichen um ein ganz Weniges tiefer hinab als der Blechmantel, so dass sie die Füsse des ganzen Apparates bilden. An ihren obern Enden ist der T-Stamm in der Art ausgeschnitten, dass hiedurch drei feste Stützpunkte für die schwere gusseiserne Brennerkrone gewonnen sind.

Diese *Brennerkrone* nun besitzt ausser der centralen Oeffnung rings um diese herum in vier gleich weit von einander abstehenden concentrischen Kreisen noch 3+6+12+24, im Ganzen also 46 Oeffnungen und liefert folglich ebenso viel Flämmchen. Ein 47., speciell für den *Thermostaten* bestimmtes, wird endlich noch durch ein rechtwinklig aufwärts gekrümmtes, in der Richtung eines der drei die Verbindung zwischen dem äusseren und inneren Hohlraume der Brennerkrone herstellenden Kanäle, seitlich eingefügtes Messingröhrchen geliefert. Der *untere* Theil des Brenners stimmt, abgesehen von der Art der Luftregulirung, welches die gewöhnliche (mit Ring) ist, im Wesentlichen mit der *Stöckmann'*schen Construction überein, und zwar wird mit Hülfe eines durchbohrten Korkes eine *Glasröhre* mit *enger, mittlerer* oder *weiter Ausflussmündung, je nach der angestrebten Temperatur*, von unten in's Brennermischrohr eingesteckt. Mit Rücksicht auf die gleichen Verschiedenheiten kann die Zahl der Flämmchen durch Zustopfen von mehr oder weniger Oeffnungen in der Brennerkrone mittelst Kupfernieten, welche sich sehr leicht und ohne den Brenner zu beschädigen, wieder wegnehmen lassen, nach Gutfinden vermindert werden.

Auf die drei Consolträger kömmt *der Hauptbestandtheil des Apparates, das Luftbad,* zu stehen. Dasselbe besteht in seinem *untern* Theile aus einer gegen 5 kg schweren gusseisernen *„Spirale"* oder *„Schnecke"*. Wir brauchen diese Bezeichnungen in Ermangelung einer zutreffenderen. In Wahrheit ist es *ein System von vier concentrischen Kreisen,* zwischen welchen aber, nach Art einer Schneckenwindung, *Verbindungen* hergestellt sind. In die Peripherie der sog. Schnecke nun ist seitlich ein gerades eisernes Gasrohr eingeschraubt, während deren Centrum sich nach Oben zuerst in einem Cylinder fortsetzt, dann aber in einen kleinen Kegel mit horizontalem Rande ausweitet. Cylinder und Kegel sind aus Schwarzblech angefertigt. Im Uebrigen ist die Schnecke an ihrer ganzen Oberfläche durch eine mit Schrauben befestigte Eisenplatte geschlossen. Den *äusseren* Theil des Luftbades bildet ein mit seinem unteren Rande rings an die Aussenseite der Schnecke dicht anschliessender *Cylinder* aus starkem Schwarzblech. Der *innere* Theil des Luftbades wird durch einen *Kessel* aus Messingblech gebildet, der in seiner obersten und weitesten, durch Umbiegung des Randes um einen aus- und einen einspringenden rechten Winkel entstandenen, Zone *genau* in den eisernen Cylinder eingepasst ist, in der Mitte des Bodens in einen kleinen, demjenigen der Schnecke sich anbequemenden *Kegel* ausläuft und auf der Innenseite, möglichst hoch oben, *sechs* kurze, unter einem Winkel von wenigstens 30° *ansteigende,* hart eingelöthete *Messingröhrchen* trägt. *Ueber* diese sechs Röhrchen nun können die kürzeren Schenkel entsprechend gebogener und *weiter Glasröhren,* wie solche auf Tafel 3 und Tafel 3 a und 4 in schraffirter Zeichnung angenommen sind, *hinuntergeschoben* werden, oder aber es werden *Messingröhren* von *gleichem* Caliber *angesetzt* und der nöthige Zusammenhalt durch kurze, gerade *verschiebbare* Stücke von *etwas weiteren* Messingröhren hergestellt, wie diess auf Tafel 6 angenommen ist. Auf den messingenen Kessel wird noch, als *oberster* Theil des Luftbades, ein *konischer,* unter einem Winkel von 30° ansteigender, in der Mitte *offener* Deckel aus gleichem Material gesetzt.

Das Luftbad wird in horizontaler Richtung umrahmt von einem, 2 cm davon abstehenden *Mantel aus Eisenblech,* auf welchen ein mit dem Kesseldeckel paralleles *Dach* und auf dieses endlich der, in seinem untersten Theile das Dach vervollständigende, gegen 1 m hohe *Schornstein* zu stehen kömmt. Dach und Schornstein werden passend aus *Messing* angefertigt. Denn nicht nur ist dieses Metall in der Laboratoriums-Atmosphäre viel widerstandsfähiger als Eisen (auch wenn dieses, was wir für alle Fälle, wo nicht geradezu Glühhitze vorkommen kann, als erprobte Schutzdecke für das-

selbe empfehlen, mit einer Mischung von Graphit und Leinölfirniss eingerieben ist) und sein Gebrauch folglich ein weit reinlicherer, es gewinnt durch diesen bescheidenen Aufwand auch der ganze Apparat ein wesentlich besseres Aussehen, sowie dasselbe auch durch die auf der Zeichnung berücksichtigten, ebenfalls aus Messing angefertigten, drei verkleidenden Uebergangsprofile, deren wesentlichster Bestandtheil ein stützender, resp. ein tragender oder ein krönender Karnies sein kann, und das Thürbeschläge merklich gehoben wird. Bei der Anfertigung eines Apparates aber, den wir alltäglich vor Augen haben, sollten wir kleine, dem Cultus des Schönen gebrachte, financielle Opfer nicht scheuen. — Im Interesse der *thermischen Isolirung* besitzen *Blechmantel, Dach* und *Schornstein doppelte,* zwischen sich eine etwa 1 cm dicke Luftschicht bergende Wandungen.

Um den *Blechmantel* über das vorher placirte Luftbad herunter auf das Stativ setzen zu können, ist in seinem untern Rande rechts ein dem in die Schnecke mündenden Rohr entsprechender, oben halbkreisförmig ausgeschnittener Schlitz angebracht. Eine feste Zusammenfügung von Blechmantel und Stativ aber ist dadurch erzielt, dass die innere Wandung des ersteren ein wenig weiter als die äussere Peripherie des obern Eisenreifes des letzteren ist, und dass der Blechmantel etwas über seinem untern Rande auf der Innenfläche durch einen dünnen Eisenreif verstärkt ist, welcher Reif dann gerade auf den obern Stativ-Reif zu liegen kömmt.

Das *Dach* ist an *drei* gleich weit von einander abstehenden Stellen von *Messingröhren* durchbrochen, von welchen eine bis zu dem Extraflämmchen hinunterreicht und für die Aufnahme des *Thermostaten* bestimmt ist. Damit die von diesem Flämmchen producirten Verbrennungsgase einen Ausweg haben, ist unmittelbar unter dem Dache auf der Innenseite des Rohres eine Oeffnung angebracht. Die zwei andern Messingröhren durchbrechen blos noch die untere Dachwand und können zum Aufstecken von *Thermometern,* welche die Temperatur der Verbrennungsgase angeben, benützt werden. In der Figur ist angenommen, die für den Thermostaten bestimmte Röhre befinde sich zuäusserst links auf der uns zugekehrten Vorderseite des Apparates. Es geschah diess aber nur im Interesse einer leichter verständlichen bildlichen Darstellung. In Wirklichkeit besteht aus ästhetischen und auch aus praktischen Gründen eine davon etwas abweichende Anordnung, indem die Thermostatenröhre etwas mehr nach vorne gerückt ist, so zwar, dass eine der Seiten des gleichseitigen Dreiecks, dessen Ecken die drei Messingröhren bilden, mit der Ebene der Vorderansicht parallel zu stehen kömmt. Der Schornstein trägt in seinem untern Theile vorn und hinten eine von oben in einen vorspringenden Rahmen geschobene schmale *Glasplatte,* so dass der Stand des *Haupt-Thermometers*, dessen Sack in dem Bodenkegel des Kessels steht, und das auch oben in der Mündung des Kesseldeckels noch mittelst eines Drahtdreieckes einen Halt erhält, bequem abgelesen werden kann. Zwei seitlich angebrachte *hölzerne Handgriffe* erleichtern das häufig vorkommende Abheben und Aufsetzen des Schornsteins. Der Schornstein trägt einen *Hut,* dessen Durchmesser nach *Meidinger's* Vorschlag (Dingler, Bd. 197, S. 492) das Doppelte, dessen Abstand von der Schornstein-Mündung zwei Drittel vom Durchmesser dieser letzteren beträgt. So lange der Apparat nicht im Betrieb ist, bleibt der Schornstein durch einen auf seine Mündung gelegten *Deckel* geschlossen.

Zu dem Apparate gehört endlich noch eine (in unsrer Abbildung in kleinerem Maassstabe als das Uebrige gezeichnete) *Woulf'sche Flasche,* welche wenigstens 10 l fassen sollte und aus Glas oder Steingut bestehen kann. Sie ist beiläufig bis zur halben Höhe mit *Coaks- oder Bimsteinstücken* gefüllt, die mit *concentrirter Schwefelsäure* getränkt sind, enthält zwei bis nahe zum Schwefelsäure-Spiegel hinunterreichende Glasröhren und eine andere, die bloss den Kork durchbricht. Alle Glasröhren sind über den Körken rechtwinklig umgebogen. Die zwei in die Coaksschicht eindringenden dienen zum Luftansaugen, die kurze dagegen zum Luftfortleiten. Desshalb ist auch letztere mittelst eines Kautschukschlauches mit dem Seitenrohr der Schnecke in Verbindung gesetzt. Statt der Woulf'schen Flasche kann auch eine gewöhnliche *einhalsige* Strohflasche mit doppelt durchbohrtem, paraffingetränktem Korke benützt werden, da *eine* Röhre zum Ansaugen der Luft ausreicht.

Aus der eben gegebenen Beschreibung des Apparates ergibt sich, dass, während die *Verbrennungsgase* von den Flämmchen weg blos den einfachen Weg zwischen Luftbad und Blechmantel hinauf und zwischen Kesseldeckel und Dach hindurch in den Schornstein einzuschlagen haben, für die Trockenluft nur ein ziemlich krummer Weg offen bleibt. Es ist folgender. Die äussere Luft tritt durch die in die Coaksschicht eindringenden Röhren ein, steigt in der Coaksschicht empor, wobei sie, sowie auch während ihres nachfolgenden, wegen der Grösse des Raumes nicht allzu kurzen Aufenthaltes in der oberen Hälfte der Woulf'schen Flasche von Wasserdampf und Staub befreit wird, gelangt so, *getrocknet und gereinigt,* in die Schnecke, passirt deren Windungen in der Richtung von der Peripherie gegen das Centrum, steigt in dem auf dieses aufgesetzten Rohr wieder aufwärts, umspült dabei den Kegel im Boden des Kessels, breitet sich unter dem letzteren radial aus, steigt zwischen der Aussenwand des Kessels und der Innenwand des eisernen Cylinders empor, dringt in die sechs Messingröhrchen ein, geht durch die Glasröhren abwärts direct auf die ihrer Feuchtigkeit zu beraubende Substanz los, um endlich von jetzt an dauernd und ungestört steigen zu können, zuerst im Kessel, dann im Schornstein. Dass trotz der mehrfachen Hemmnisse, die der Luftstrom auf seinem Wege vorfindet, seine Geschwindigkeit keine geringe ist, davon überzeugen wir uns leicht, indem wir eine Kerzenflamme gegen die Mündung einer der in die Coaksschicht eindringenden Glasröhren halten. Wir werden, vorausgesetzt natürlich, dass die Heizung im Gange sei, ein sehr lebhaftes *Ansaugen der*

Flamme beobachten. — Ist der Apparat nicht im Betriebe, so werden wir, um die Beschickung der Trockenflasche möglichst lange wirksam zu erhalten, *beide Saugröhren* derselben mit Körken *verschliessen*.

Der *Abdampf- und Trockenapparat* hat mit dem *Röhrenofen*, im Gegensatze zum *Glühofen*, bei welchem *Verbrennungs- und Heizraum* einer und derselbe sind, die strenge Abgrenzung dieser zwei Räume gemein. Dagegen besteht zwischen ihnen selbst wieder der ganz wesentliche Unterschied, dass die Luft im Heizraume des Röhrenofens völlig *abgeschlossen* ist, im Abdampfapparat dagegen eine *fortwährende Erneuerung* erfährt.

Da es einige Zeit währt, bis die Schnecke sich erwärmt hat, so thut man gut, *die Flämmchen, schon bevor man das Luftbad beschickt, anzuzünden.* Wenn man alle, oder doch die meisten, brennen lassen will, so ist man der Mühe, jedes einzelne anzünden zu müssen, enthoben, indem man einfach mit dem Anzünden *nach erfolgtem Oeffnen des Gashahnes* noch einige Secunden zuwartet. Unter einer schwachen Explosion fangen dann alle zugleich Feuer, namentlich wenn man zuvor die Luftsauglöcher des Brenners geschlossen hat. Sollten nachher in Folge eines störenden Luftzuges einige Flämmchen ausgehen, was namentlich während des Anheizens, wo sich Brennerkrone und Schnecke noch nicht genügend erwärmt haben, vorkommen kann, so hilft man sich am einfachsten so, dass man die Luftsauglöcher zuerst *langsam verschliesst* und dann, nachdem alle bestehenden Flämmchen, auch die, welche das Gas erst aus letzter Hand haben, *leuchtend* brennen, *plötzlich* wieder *öffnet.* Das nunmehr erfolgende lebhafte Luftansaugen vergrössert die Flämmchen momentan in dem Grade, dass die ausgegangenen in der Regel entzündet werden.

Dass man bei der Beschickung des Luftbades die die Trockenluft abwärts führenden, knieförmigen Röhren, seien es nun Glasröhren oder Messingröhren, erst ansetzen wird, nachdem zuvor Schalen, Kochfläschchen oder was immer für Gefässe für die zu trocknenden Substanzen dienen mögen, hineingebracht sind, bedarf einer näheren Erklärung nicht.

Von den *Saugröhren der Woulf'schen Flasche* setzen wir eine *gleich nach vollzogener Beschickung* durch Wegnehmen des Korkes in Thätigkeit.

In dem beschriebenen Apparate können alle *Abdampfungen* und *Trocknungen,* bei welchen sich keine *sauren,* das Messing angreifenden Dämpfe entwickeln, vorgenommen werden, also z. B. alle diejenigen Operationen, welche man sonst in den allgemein verbreiteten, kastenartigen, ungleich einfacheren, allein auch ungleich weniger zweckdienlichen „Luft"- und andern „Bädern" vorzunehmen pflegt. Bei zutreffender Einstellung des *Reichert'schen Thermoregulators* können alle Temperaturen von wenigen Graden über der Zimmertemperatur an bis auf das Maximum, welches noch für Abdampfungen und Trocknungen zulässig ist, während beliebig langer Zeit unterhalten werden. Die auf eine grössere Versuchsreihe sich gründende *Verbrauchscurve* auf Taf. 3 a gibt den stündlichen Gasverbrauch an bis auf einen Heizeffect von 104,1° *über der Zimmertemperatur*, in welch' letzterem Falle also der Gasverbrauch pro Stunde 60 l beträgt. Bei diesen Temperaturangaben ist natürlich vorausgesetzt, *dass dabei gleichzeitig keine Wärmebindung in Folge stattfindender Dampfbildung vorkomme.* Unsere Zahlen haben also nur Gültigkeit für die *Schlussperiode* des Trocknungsprocesses. *Während* des Trocknens selbst zeigt das Thermometer eine *beträchtlich niedrigere* Temperatur, als dem bestehenden Gasverbrauch entsprechen würde, *und gerade an dieser Differenz ist das Stadium, in dem sich der Process eben befindet, erkennbar.* Der *Thermostat* ist von vorneherein auf die *Schluss-Temperatur,* d. h. *die Temperatur, wie sie sich nach Entfernung des letzten Wasserrestes ergeben soll,* eingestellt. Bei Trocknungen, wo eine bestimmte Maximal-Temperatur nicht überschritten werden darf, ist dieses Verfahren das allein zulässige, weil das allein sichere. Nimmt dasselbe auch ziemlich Zeit in Anspruch, so ist es doch nicht als eigentlich *zeitraubend* zu bezeichnen. Denn der einmal in Betrieb gesetzte Apparat erheischt nur die bescheidenste Wartung, d. h. weiter nichts, als dass man von Zeit zu Zeit nach dem Stande des Thermometers sehe, um eventuell denjenigen des Thermostaten zu ändern.

Was die Art der Benützung der viellöcherigen Brennerkrone betrifft, so gilt a priori und a posteriori die Regel: *Eine je höhere Temperatur angestrebt wird, eine um so grössere Anzahl Flämmchen lasse man brennen.* Man suche sich also nicht etwa *mit einer geringeren Anzahl entsprechend grösserer Flämmchen zu behelfen.* Denn in diesem Fall ist nicht nur die Brennstoff-Verwerthung eine weniger günstige, sondern man riskirt auch, dass die Flämmchen russen, ein Vorkommniss, das bei einer *Heiz*-Flamme stets als ein Capitalfehler zu taxiren ist. Wir dürfen hiebei nicht übersehen, dass durch die sehr umfangreiche Brennerkrone eine sehr beträchtliche Zugschwächung verursacht wird. In der gleichen Erwägung wähle man die Gasausflussöffnung (im Glasrohr, wenn Stöckmann'sche Construction) im Interesse einer möglichst grossen Ausflussgeschwindigkeit und damit auch Saugkraft möglichst klein.

Handelt es sich nicht um ein Trocknen, wo verhältnissmässig wenig Wasser verdampft werden muss, und dabei eine verhältnissmässig wenig hohe, höchstens den Siedepunkt des Wassers um einige Grade übersteigende Temperatur absolut nicht überschritten werden darf, wie z. B. bei der Bestimmung von Wein- und Bierextract oder beim Trocknen von Niederschlägen auf Filtern, handelt es sich vielmehr um ein *massenhaftes Abdampfen,* wie dies namentlich bei Wasser-Analysen der Fall ist, so schaltet man den Thermostaten aus, macht nicht nur sämmtliche Oeffnungen in der Brennerkrone frei, sondern öffnet auch, wenn der Gasdruck nicht sehr gross ist, den Gashahn vollständig. Die im Nachfolgenden beschriebenen drei Versuche scheinen mir geeignet, zu zeigen, was für Verhältnisse hinsichtlich *Gasverbrauch* und *Zeitaufwand* bestehen, resp. dem Zwecke entsprechend sind.

1. Versuch. Drei Platinschalen, jede von einem Tara-

Gewichte von etwas über 40 g und 100 cm³ Wasser enthaltend, stehen unmittelbar auf dem Boden des Kessels. Gegen den Inhalt jeder Schale sind zwei Glasröhren gerichtet, deren Mündungen circa 1 cm vom Flüssigkeits-Niveau abstehen. Das Kochen ist sehr deutlich hörbar, doch nicht stürmisch. Nach $3^1/_{12}$ Stunden hört man nichts mehr, wesshalb gelöscht wird. Es sind im Ganzen 612 l Leuchtgas verbrannt, in der ersten Stunde 200, in der zweiten 202, in der Minute durchschnittlich 3,3081 l. *Auf 1 cm³ verdampftes Wasser kommen demnach 2,04 l verbranntes Gas.* Die Temperatur war $2^1/_2$ Stunden nach Beginn 202°, im Momente des Löschens 227°. Sie stieg aber nachher, indem die durch die Verdampfung bewirkte Wärmebindung aufhörte und der Wärmevorrath in der Schnecke an das Luftbad abgegeben wurde, noch bis auf circa 235°.

2. Versuch. Die drei Schalen sind gleich oben gefüllt und eingesetzt, aber die Flammen sind kleiner wegen geringeren Gasdruckes. Es wird schwaches, regelmässiges Kochen gehört bis genau fünf Stunden nach dem Beginne des Heizens. Gasverbrauch im Ganzen 682, in der Stunde durchschnittlich also 136,4, in der Minute 2,2733 l, *für 1 cm³ verdampftes Wasser 2,2733 l,* so dass also in der Minute im Durchschnitte gerade 1 cm³ Wasser verdampft war. Temperatur $3^1/_3$ Stunden nach Beginn 160°, beim Löschen 185°. Sie stieg nachträglich noch bis auf 190,5° und betrug $1^1/_2$ Stunden nach dem Löschen immer noch 67°.

Schlüsse aus vorstehenden zwei Versuchen. 1. Der grössere Gasdruck mit dem aus ihm resultirenden grösseren stündlichen Gasverbrauch gewährt den doppelten Vortheil grösserer Oekonomie (2,04 statt 2,27 l Gas für 1 cm³ Wasser) und kürzerer Zeitdauer ($3^1/_{12}$ statt 5 Stunden).

2. Dagegen hat der geringere Druck mit geringerem stündlichen Verbrauch den Vortheil, dass dabei das für Wasser oder richtiger für die Austrocknung des von ihm gelieferten Abdampfrückstandes meistens bewilligte Temperatur-Maximum von 200° C. nicht überschritten wird.

3. Versuch. Die drei Schalen befinden sich dies Mal auf 5,7 cm hohen und 5,5 cm weiten Messingcylindern, unmittelbar unter den, nun nicht durch angesetzte Knieröhren verlängerten sechs Messingröhrchen. In 4 Stunden ist Alles verdampft. Gasverbrauch im Ganzen 748, in der Stunde 187, in der Minute 3,117, *für 1 cm³ Wasser 2,4933 l.* Temperatur nach 2 Stunden 214, nach 3 Stunden 218, nach 4 Stunden 219, nach $4^1/_{12}$ Stunden 221°.

Schluss. Die erhöhte Schalenaufstellung hat den Vortheil eines äusserst ruhigen Abdampfens, aber den Nachtheil geringerer Oekonomie und der grösseren Schwierigkeit, das Ende der Operation zu beobachten. Es wird eben durchaus kein Kochgeräusch vernommen, und ist man desshalb ganz auf die Beobachtung des Thermoterstandes angewiesen.

Wir sehen, es sind wenigstens 2 l Gas nöthig, um in unserem Apparate 1 cm³ Wasser in Dampf zu verwandeln, währenddem es in einem früher von mir construirten, kleineren und weit einfacheren Apparate, wo die Schale unter allen Umständen dem Verbrennungsherde ungleich näher gerückt ist, möglich ist, für den Fall der Abhaltung der Verbrennungsgase mit 0,8684, für den Fall dagegen, dass die Verbrennungsgase über die Schale weggeleitet werden und letztere durch keine Scheidewand der directen Einwirkung der Heizflamme entzogen ist, sogar schon mit 0,361 l auszukommen. Wenn nun aber schon im ersten dieser zwei Fälle durchaus nicht eine *gleichmässige Erwärmung* aller in Betracht kommenden Theile des Heizraumes garantirt werden kann, denn die bei diesem Apparate auf *zwei* Windungen reducirte, aus Kupferblech angefertigte Schnecke breitet sich nur über die mittleren Flämmchen aus, während die im Durchmesser blos 10,5 cm von einander abstehenden Flämmchen des Brennerkranzes lediglich durch eine *einfache* Kupferwand von dem obern, sich möglichst der Form der (bei dem in Frage stehenden Versuche *500 cm³* Wasser enthaltenden) Platinschale anbequemenden Theile des Luftbades getrennt sind, so kann dies noch weit weniger im zweiten Falle behauptet werden, im zweiten, wo noch der weitere Uebelstand der *Verunreinigung des Schaleninhaltes durch die Verbrennungsgase* hinzukömmt. *Grösste Oekonomie* einerseits und *völlige Gleichförmigkeit der Erwärmung und absolute Reinlichkeit* anderseits sind eben unverträgliche Postulate. Das eine muss dem andern geopfert werden, wie denn auch *Fresenius* (Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 6. Aufl., Bd. I, S. 76) bezüglich des Abdampfens zum Behufe *quantitativer Analysen* erklärt, dass die für *technisch-chemische Operationen* massgebenden Factoren der *Ersparniss an Zeit und Brennmaterial* hier untergeordnet seien und dafür zwei andere hervortreten, nämlich *Vermeidung allen Verlustes und Schützen gegen jede Verunreinigung.* Dass übrigens der *pyrotechnische Effect* unseres Apparates ein *relativ* keineswegs ungünstiger ist, ergibt sich daraus, dass, als in einem gewöhnlichen viereckigen Trockenkasten aus Kupfer 100 cm³ Wasser in einer der oben erwähnten Platinschalen verdampft wurden, für 1 cm³ Wasser 3,2 l Gas nöthig waren. Ein solcher *Trockenkasten* (nach Fresenius, Bunsen, Carius), obschon in der Regel nur für die Trocknung von Niederschlägen etc. benützt, gewährt doch auch für eigentliche *Abdampfzwecke* den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass eine Verunreinigung des Schaleninhaltes durch Staub ganz und durch die Verbrennungsgase nahezu ganz ausgeschlossen ist. Bei verschiedenen Analysen, wie bei der so häufig vorkommenden Wasser-Analyse, ist aber auch letzteres von grosser Bedeutung. Denn es ist nicht möglich, die Verbrennungsproducte von *Steinkohlengas* über eine Wasser enthaltende Schale zu leiten, ohne damit diesem Wasser geringe, aber bei feineren Analysen sich doch bemerkbar machende Mengen von *Schwefelsäure* zuzuführen. Es kommt dies daher, weil die unter den Verbrennungsproducten dieses Gases bekanntlich nie ganz fehlende *schwefelige Säure* in Berührung mit Luft und Wasser sich zu Schwefelsäure oxidirt. — Mit Rücksicht auf die dabei nicht ganz zu vermeidende Verunreinigung kann ich auch trotz der übrigen

Vortheile, die das Verfahren gewährt, z. B. der grossen Oekonomie — nur 0,5 l Gas auf 1 cm³ Wasser —, das Eindampfen im alt- und allbekannten kupfernen *Wasserbadkesselchen* für feinere Analysen nicht empfehlen, abgesehen davon, dass bei diesem Verfahren nach dem völligen Eindampfen noch ein besonderes Trocknen bei höherer Temperatur in irgend einem Luftbade nicht zu umgehen ist.

Zum Schlusse dürfte es passend sein, die *Vortheile,* die unser Abdampf- und Trockenapparat gewährt, kurz zusammenzustellen. Es sind die nachfolgenden:

1. Das Abdampfen, resp. das Trocknen, findet in einem *von Staub und Feuchtigkeit befreiten und von den Verbrennungsgasen völlig isolirten Luftstrome von mässiger Stärke* statt. Hiedurch wird der Process so weit beschleunigt, als dies, ohne einen Verlust, wie er durch Fortblasen leichterer Partikelchen bei gewissen Substanzen eintreten kann, zu erleiden, zulässig erscheint.

2. Der Luftzug entsteht *unmittelbar durch die Heizung.* Es ist also zu seiner Hervorbringung kein *mechanischer* Behelf nöthig.

3. Es ist nicht minder leicht, in *Kochfläschchen* als in *Schalen* einzudampfen, was namentlich bei der Untersuchung von Wein und Bier von Werth ist.

4. *Der Apparat bietet reichlich Raum* für drei mittelgrosse Schalen von je 100 cm³ Fassungsraum, oder für sechs kleine von je 25 cm³, oder für sechs Kochfläschchen von je 50 cm³, oder endlich für sechs „Gläser zum Wägen der Filter", von welchen jedes mit mindestens sechs Filtern beschickt sein darf.

5. *Alle sechs Proben gelangen genau auf die gleiche Temperatur.* Das *Thermometer* aber ist an derjenigen Stelle untergebracht, *wo die erwärmte Luft zuerst wirkt,* so dass nicht zu befürchten steht, es könnte dasselbe je eine tiefere Temperatur angeben, als sie für die sechs Proben wirklich besteht. Auch ist das Thermometer *seiner ganzen Länge nach* von warmer Luft umhüllt, so dass die bei feineren Messungen sonst nöthige Temperatur-Correction wegen ungenügender Erwärmung der Quecksilbersäule im Scalenrohr hier als gegenstandslos wegfällt.

6. Der *Thermostat* steht unter der *directen* Einwirkung eines *eigenen Flämmchens,* welches selber wieder so angebracht ist, dass es Veränderungen im Gasdrucke *möglichst bald empfindet.* Der Thermoregulator geht also, wie er soll, dem Thermometer vor. Hierin wird er unterstützt durch den Umstand, dass das Erwärmen der Luft in einer gusseisernen Schnecke stattfindet, deren *bedeutenden Masse* eine ebenso *bedeutende Wärmecapacität* entspricht.

7. Der *Betrieb* des Apparates ist ein verhältnissmässig ökonomischer und die *Construction* der Art, dass Reparaturen nur selten nöthig werden dürften.

8. Die *Handhabung* des Apparates endlich ist eine einfache und leichte. Er ist rasch beschickt und ebenso rasch entleert.

B. Apparat mit Wasser- oder Spiritusbad.

So vorzüglich in seiner Art auch der *Reichert'sche Thermoregulator* ist, so erheischt sein Gebrauch doch einige Uebung. Auch ist es, wenn man bald diese, bald jene Maximal-Temperatur einhalten will, zeitraubend, jedesmal das Instrument anders einzustellen, so dass kaum etwas anderes übrig bleibt, als sich den Thermostaten in wenigstens drei Exemplaren zu halten, die für drei ziemlich auseinandergehende Temperaturen eingestellt, resp. mit Quecksilber gefüllt sind. Es wird dann bei jedesmaligem Gebrauche nur noch eine corrigirende feinere Regulirung des betreffenden Exemplars mit der Schraube nöthig sein. Gegenüber dem mit Hülfe eines Thermostaten regulirten Luftbade haben nun Bäder, bei welchen *eine Flüssigkeit von geeignetem Siedepunkte* zur Anwendung gelangt, den Vorzug der weit einfacheren Bedienung. Eine solche Flüssigkeit ist das *Wasser,* für besondere Zwecke auch der *absolute Alkohol.* Es schien mir desshalb wünschbar, unsern Abdampf- und Trockenapparat auch noch mit einem geeigneten Flüssigkeitsbade auszustatten, welches dieselben Vortheile gewähre, wie der allgemein benützte *Trockenkasten mit doppelter Wandung* (welcher in den deutschen Katalogen chemischer Utensilien nach *Liebig,* in den französischen dagegen nach dessen Lehrer *Gay-Lussac* benannt ist), sich aber von demselben durch eine zweckmässigere Kesselform, regelmässige Luftcirculation und vollständigere Verwerthung der Heizwärme unterscheide.

Auf Tafel 3 a ist der mit dem Flüssigkeitsbade montirte Apparat im Vertical- und Horizontaldurchschnitt auch wieder in $^1/_4$ der natürlichen Grösse abgebildet. *Stativ, Blechmantel* und *Schornstein* bleiben dieselben, dagegen wird nicht nur das *Luftbad* durch ein *Flüssigkeitsbad,* sondern auch *Dach* und *Brenner* durch andere ersetzt.

Was nun zunächst das *Flüssigkeitsbad* betrifft, so bildet dasselbe ein cylinderförmiges, doppelwandiges, kupfernes Gefäss, dessen Wandungen in seiner obersten Zone auf das Dreifache ihrer unten bestehenden Entfernung auseinander gerückt sind. Dadurch wird verhindert, dass während der Dauer einer Betriebsperiode ein erhebliches Sinken des Flüssigkeitsspiegels eintritt. Auf der Mitte des Bodens befindet sich ein domartiger Aufsatz, in welchen oben eine, während des Betriebes mit einem durch Schnüre oder Drähte festgehaltenen Korke verschlossene Glasröhre eingekittet ist. Die uns vom Luftbade her wohlbekannten sechs Messingröhrchen durchbrechen hier auch die äussere Kupferwandung und verlängern sich, dicht an derselben abwärts steigend, so weit nach Unten, dass sie durch kurze Kautschukschläuche mit einer gleichen Anzahl gleichcalibriger, auf einer aus Messingblech gefertigten *cylindrischen Büchse* aufgesetzter Röhrchen in Verbindung gesetzt werden können. Ein in der Mitte des Bodens dieser Büchse eingesetztes, kurzes, aber weiteres Rohr führt, die Tischplatte, worauf der ganze Apparat steht, durchbrechend, zur Woulf'schen Flasche. Zwei rechts und links in die obere Wand des Flüssigkeits-

bades eingesetzte Messingröhren gehen durch das Dach hinauf und endigen erst einige cm über der Fläche desselben. Eine davon ist, weil nur für das Einfüllen der Flüssigkeit bestimmt, während des Betriebes mit einem Korke verschlossen, während die andere mit dem Zinnrohre des auf Taf. 4 abgebildeten, in seiner Einfachheit keiner weitern Erklärung bedürfenden *Kühlers* in Verbindung gesetzt ist. Nur das sei noch ausdrücklich gesagt, dass man sich, wenn das Bad mit *Alkohol* gefüllt ist, mit Rücksicht auf die Feuersgefährlichkeit dieser Flüssigkeit nicht mit der sonst recht guten unmittelbaren Metalldichtung, wie sie besteht, wenn ein schwach konisches Rohr aus Zinn in ein verhältnissmässig enges cylindrisches aus Messing hineingedrückt wird, begnügen darf, sondern gut thut, die Verbindungsstelle mit thierischer, *glyceringetränkter Blase* zu umbinden.

Das vor (wie auf Taf. 4) oder hinter (wie auf Taf. 3 a) dem centralen Einbau angebrachte und sich je nachdem schwach rückwärts oder vorwärts neigende *Thermometer* findet unten einen Haltin einer an den Fuss des Domes angelötheten Metallhülse,oben in dem rinnenartig ausgeschnittenen Korke, an welchen es überdies noch angebunden ist.

Als *Brenner* dient ein gewöhnlicher Bunsen'scher.

Die *Luftansaug-Vorrichtung* unseres Flüssigkeitsbades unterscheidet sich wesentlich von derjenigen des Luftbades. Ihre Construction ist einfacher. Dennoch erfüllt sie ihren Zweck. Wir können uns davon wieder direct mit der vor die Saugröhre der Woulf'schen Flasche gehaltenen Kerzenflamme überzeugen. Indirect macht sich uns aber der Luftstrom dadurch bemerkbar, dass, wenn wir im Anfange einer Betriebsperiode, wo der Apparat frisch beschickt ist, die während einiger Zeit geschlossen gehaltene Saugmündung der Woulf'schen Flasche öffnen, wir ein Fallen des Thermometers nm einige Grade beobachten werden. *Es kömmt dies nicht etwa von einer direct kältenden Wirkung des Luftstromes, sondern von der Wärmebindung, die mit der durch den Luftstrom bewirkten Verdampfung nothwendig verknüpft ist.* Dass diese Auffassung richtig ist, ergibt sich daraus, dass, wenn der gleiche Versuch im letzten Stadium einer Betriebsperiode, wo nichts oder nur noch sehr wenig Verdampfbares im Apparate enthalten ist, wiederholt wird, ein Sinken der Temperatur nicht mehr eintritt.

Für die Benützung des *Wasserbades* ist kaum eine besondere Anleitung nöthig. Nur das sei bemerkt, dass es mit Rücksicht auf Zeit- und Wärmebenützung vortheilhaft ist, die Flamme des Bunsen'schen Brenners *zuerst voll brennen* zu lassen und sie erst zu verkleinern, wenn die Destillation eben begonnen hat, was bei dem in unserem Laboratorium unter Tag herrschenden Gasdruck nach circa einer halben Stunde der Fall ist.

Wozu aber das *Spiritusbad?* Ich benütze es zur *Bestimmung der Trockensubstanz der Milch.* Diese so häufig vorkommende Bestimmung ist wegen des eigenthümlichen Verhaltens, welches die Milch beim Erwärmen zeigt, namentlich aber wegen der ausserordentlich grossen chemischen Veränderlichkeit einiger Milchbestandtheile nicht frei von Schwierigkeiten. Schon die *Wassersiedhitze* ist für die Milch zu intensiv. Man wird, vollständige Trocknung vorausgesetzt, stets einen braun gefärbten Rückstand erhalten, in welchem Niemand die ursprünglichen Milchbestandtheile wird anerkennen wollen. Wie nun der technische Chemiker im Stande ist, die Milch mit vollständiger Schonung ihres delicaten Charakters zu condensiren, indem er die Verdampfung in *Vacuumpfannen* vornimmt, so würde sich auch dem analytischen Chemiker der *luftverdünnte Raum* als das *principiell geeignetste* Mittel zur Bestimmung der Trockensubstanz der Milch empfehlen. Allein die Hervorbringung desselben ist auch jetzt, nachdem die s. g. Wasserluftpumpen fast in allen chemischen Laboratorien Eingang gefunden, keine einfache zu heissen, namentlich nicht, wenn *gleichzeitig* erwärmt werden soll und überdies die *gleichzeitige* Behandlung *mehrerer* Proben verlangt wird. Ich ziehe desshalb die Anwendung eines siedenden absoluten Alkohol enthaltenden Bades, weil überall ohne besondere Umstände ausführbar, vor. Im Nachfolgenden beschreibe ich das Verfahren in derjenigen Modification, welche mir auf Grund zahlreicher einschlägiger Versuche als eine verhältnissmässig einfache und zugleich sichere erscheint.

Excurs über die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes der Milch.

Der mit 2 l entwässertem Alkohol (erhalten durch mehrtägige Einwirkung der berechneten Menge gebrannten Kalkes auf 95procentigen Weingeist und Abgiessen der nur noch schwach getrübten Flüssigkeit vom gebildeten Bodensatze) gefüllte Apparat wird mit dem Kühler in die oben beschriebene Verbindung gesetzt und die Flamme des Brenners vorläufig voll brennen gelassen. Frühestens jetzt werden die sechs Milchproben eingesetzt, die Blaseröhren vorgelegt, der Deckel des Flüssigkeitsbades sowie auch der Schornstein aufgesetzt, eine Reihe von Operationen, zu welcher einer geübten Hand die Zeit von 2 Minuten ausreichen wird. Wenn man über eine Analysenwaage verfügt, die $0{,}_1$ mg noch mit Sicherheit erkennen lässt, so genügt für eine Probe 1 cm^3 Milch. Man bringt dieses kleine, mit einer *geprüften* Pipette abgemessene und nachträglich zur Controle noch gewogene Milchquantum in ein kleines, *kurzhalsiges* Kochfläschchen, welches dünnwandig sein (die nach meinen Angaben gefertigten wiegen blos zwischen 4—5 g bei einem Fassungsraume bis zum Halse von ca. 20 cm^3) und einen möglichst *ebenen* Boden haben muss, versetzt es mit 2 cm^3 destillirtem absoluten Alkohol und mischt es wohl damit, wobei Gerinnen eintritt. Diese Vermischung der sechs Milchproben mit je dem doppelten Volumen Alkohol kann füglich unmittelbar vor dem Einsetzen der Milchproben vorgenommen und so mit diesen beiden Operationen die Zeit vom Anzünden bis zum Verkleinern der Flamme passend ausgefüllt werden. Nachdem nämlich 19—20 l Gas verbrannt sind, was bei dem gewöhnlichen hiesigen Tages-Gasdruck schon vor 10 Minuten der Fall ist, steht der Be-

ginn des Siedens unmittelbar bevor, und wird desshalb, damit derselbe nicht stürmisch erfolge, die Flamme nunmehr so weit verkleinert, dass der stündliche Gasconsum auf 20 bis 25 l sinkt. Besonders geeignet erscheint mir ein solcher von *22 l,* wo man im Innern der kochenden Flüssgikeit Stoss auf Stoss hört, an der Mündung des Kühlrohres Tropf nach Tropf fallen sieht und 115 g Destillat per Stunde gewinnt. Legt man indess keinen Werth auf die Gewinnung grösserer Mengen destillirten absoluten Alkohols, so kann man den Gasconsum noch mehr vermindern. Es ist aber nicht gut, unter 20 l pro Stunde zu gehen, wo die Destillation aufhört. Denn nur so lange diese, wenn auch schwach, unterhalten wird, ist der thatsächliche Beweis erbracht, *dass die siedende Flüssigkeit wirklich im Stande ist, Wärme an die Beschickung des Bades abzugeben.* Stellt doch das Destillat unmittelbar *den Ueberschuss der abgegebenen Wärme* dar. — Der Thau, welcher anfänglich das Schornsteinfenster beschlägt, wird noch vor 20 Minuten nach dem Beschicken des Apparates wieder völlig verschwunden sein. Dann zeigt das Thermometer bereits über 70° an. Immer langsamer steigt es weiter. Wir lassen es aber nicht bis zu der unter bestehenden Verhältnissen erreichbaren Siedetemperatur des Alkohols kommen, sondern öffnen schon $^3/_4$ Stunden nach dem Einsetzen der Proben, ohne indess die Heizflamme auszulöschen, den Apparat, nehmen die Proben heraus und versetzen jede zum zweiten Male mit 2 cm^3 Alkohol, um sie alle unmittelbar nachher wieder in das Spiritusbad zurückzubringen. Jetzt lassen wir die Heizung ruhig fortgehen, bis die den gegebenen geographischen und meteorologischen Bedingungen entsprechende Siedetemperatur erreicht *und einige Zeit unterhalten ist.* Ich beobachtete 76° C oder auch einige Zehntelsgrade mehr, je nach dem bestehenden Barometerstand. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das 669,5 m über dem Meeresspiegel liegende St. Gallen nach den 14jährigen Erhebungen unseres unermüdlichen meteorologischen Beobachters, des Reallehrers *G. J. Zollikofer,* einen mittleren Barometerstand von 703,885 mm hat, was einem Wassersiedepunkt von 97,9° und folglich einen Alkoholsiedepunkt von etwas über 76° (normaler Siedepunkt des Alkohols nach *Mendelejeff* = 78,303°) entspricht. — *Dieses Maximum der am betreffenden Orte und zu der betreffenden Zeit erreichbaren Temperatur muss aber unbedingt einige Zeit unterhalten werden.* Sonst hat man die Garantie nicht, dass nichts Wärmeabsorbirendes, d. h. Verdampfbares noch in der Beschickung des Bades enthalten ist. In unserm Falle werden $1^1/_4$ Stunden dazu hinreichen. Nun schreiten wir zur Entleerung und, falls wir noch sechs weitere Milchproben zu untersuchen haben, sogleich nachher zur Neubeschickung des Apparates. Mit Beidem werden wir in 4 Minuten fertig sein. Dagegen bedürfen wir der doppelten Zeit, wenn wir die *gleichen* Milchproben schon jetzt zum Zwecke, die letzten allfällig noch vorhandenen Spuren von Feuchtigkeit aus der Masse herauszuholen und zugleich auch dieselbe für die später erfolgende Fett-Extraction vorzubereiten, in den Apparat zurückbringen wollen, weil wir, um diesen doppelten Zweck zu erreichen, vorher noch zu jeder Probe ca. $^1/_3$ cm^3 *wasserfreien Aether* setzen müssen. Diesmal bringen wir mit den Proben auch die zu den Fläschchen gehörenden, gleiche Nummern wie sie tragenden Körke mit in den Apparat, damit auch sie austrocknen. Auf diese letzte Austrocknung verwenden wir $^3/_4$ Stunden. Die unmittelbar darauf mit ihren Körken verschlossenen Fläschchen lassen wir unter einer Glasglocke völlig erkalten und wägen sie schliesslich, aber ohne Kork.

Wenn man das *Zeitopfer,* welches die von uns vorgeschlagene Methode, die Trockensubstanz der Milch zu bestimmen, verlangt, richtig beurtheilen will, darf man nicht vergessen, dass man sich während der unverhältnissmässig längeren Zwischenzeit, die zwischen den Beschickungen und Entleerungen liegt, einer beliebigen andern Thätigkeit hingeben kann, auch durchaus nicht besorgt zu sein braucht, man könnte den richtigen Zeitpunkt verpassen. Denn eine allfällige Verspätung bringt hier keinerlei Gefahr.

Unter der Voraussetzung, dass man eine Waage hat, die nicht weniger als 0,5 mg noch deutlich erkennen lässt, wird man 5 cm^3 Milch, welche man dann in ca. 50 cm^3 fassende Fläschchen bringt, in Arbeit nehmen und auch eine *entsprechende* Steigerung im Alkohol- und Aetherzusatz eintreten lassen müssen. Was aber die *Trocknungszeit* anbelangt, so darf man sich mit *der doppelten* der oben angegebenen begnügen, während die eigentliche *Arbeitszeit* vollends die gleiche bleibt.

Um nun auch noch den *Fettgehalt* der Milch zu bestimmen, verfahren wir so. Wir verschaffen uns zunächst *drei Destillate aus sog. Petroläther*, indem wir gesöndert auffangen, was bis 75, dann zwischen 75 und 85 und endlich zwischen 85 und 95° C übergeht. Diese drei Flüssigkeiten und zwar die am wenigsten flüchtige zuerst und nach der flüchtigsten zu allerletzt noch *wasserfreier Aether* werden nun zur Entfettung verwendet, indem je 1 cm^3 davon zu der Milchtrockensubstanz ins Fläschchen gebracht und einige Zeit damit in Berührung gelassen wird. Nach dem Zusatze der ersten und zweiten, nicht aber auch der dritten und vierten, Extractionsflüssigkeit können wir, um die Auflösung des Fettes zu begünstigen, mässig, d. h. *bis nahe zum Sieden erwärmen.* Die jeweilen erhaltenen Fettlösungen werden vorsichtig, ohne dass etwas vom Rückstande mitkömmt, in eigene Gläser (zum Zwecke späterer Wiedergewinnung wenigstens eines Theiles des verwendeten Lösungsmittels) abgegossen, die nach der Aether-Extraction verbleibenden Rückstände aber in das Spiritusbad zurückgebracht und dort wieder $^3/_4$ Stunden erwärmt. Was wir jetzt bei der Wägung *weniger* erhalten, ist *Fett.*

Die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes sind die wichtigsten Bestimmungen, die bei der Untersuchung einer Milch vorkommen, und sehr häufig auch für sich allein ausreichend. Wollen wir aber auch die *Asche* bestimmen, so werden wir das Eindampfen statt in Koch-

fläschchen in *Platinschälchen* vornehmen, im Uebrigen aber keine Aenderung im oben beschriebenen Verfahren eintreten lassen.

Es mag hier der Ort sein, auch einige Andeutungen über die Untersuchung von *Wein* und *Bier* aufzunehmen. Wie man sich ein Urtheil über den Gehalt resp. den Werth einer Milch dadurch verschafft, dass man in derselben Trockensubstanz und Fett bestimmt, indem die Behauptung zutrifft, *eine Milch sei um so gehaltreicher und im Allgemeinen auch um so werthvoller, je mehr Fett und übrige Trockensubstanz sie enthalte,* so ist es bei der Untersuchung gegohrener Getränke das Wichtigste, den *Gehalt an Alkohol und Extract* zu bestimmen, indem damit auch der *Gesammtgehalt* bestimmt ist. Weit häufiger als bei Milchuntersuchungen wird man aber bei Bier- und ganz besonders bei Weinuntersuchungen in den Fall kommen, die *Asche* bestimmen und näher untersuchen zu müssen. Denn in der Quantität und Qualität der Asche liegen werthvolle Fingerzeige für die Beantwortung der Frage, ob jene Getränke von normaler Beschaffenheit, resp. ächt seien. Das von mir bei der Wein- und Bieruntersuchung, falls sich dieselbe nur auf die wichtigsten Bestandtheile zu erstrecken hatte, seit bald 20 Jahren eingehaltene Verfahren ist dieses.

Excurs über die Bestimmung des Alkohols, des Extracts und der Asche in gegohrenen Getränken.

Gay-Lussac'sche Fläschchen, die an der von einem Durchmesser von ca. 10 auf 6—5 mm verengten Stelle des Halses eine ringsumlaufende Marke tragen und so dünn im Glase sind, dass sie bei einem Fassungsraume von ca. 30 cm^3 ein Gewicht von blos 4—6 g besitzen, werden mit den zu untersuchenden, nöthigen Falls durch Schütteln von der Kohlensäure befreiten Flüssigkeiten bis etwas über die Marke gefüllt und in grösserer Anzahl in eine Gelte oder in ein anderes flaches Gefäss gestellt, worin Wasser von etwas niedrigerer Temperatur als $15{,}5^0$ C und zwar bis zur Höhe der Fläschchen-Marken enthalten ist. Damit die Fläschchen feststehen, wird auf den Hals eines jeden eine massive Glaskugel gelegt. Sobald nun — wir machen die berechtigte Voraussetzung, die Zimmertemperatur stehe höher als $15{,}5^0$ C — ein im, unterdessen einige Male in Bewegung gebrachten, Kühlwasser liegendes Thermometer die Temperatur von 15^0 angibt, wird ein Fläschchen nach dem andern herausgenommen und rasch mittelst schmaler Fetzen von Filtrirpapier die geringe Flüssigkeitsmenge, die sich über der Marke befindet, weggenommen, schliesslich sämmtliche Fläschchen mit feinen Körken verschlossen, gehörig abgetrocknet und, nachdem sie so lange in dem Raume, worin die analytische Waage aufgestellt ist, gestanden, dass sie dessen Temperatur annehmen mussten, gewogen. Da man schon früher die gleichen Operationen mit destillirtem Wasser vorgenommen hat und auch das Gewicht des leeren Fläschchens kennt, so ist man im Besitze aller Daten, die nöthig sind, um *das specifische Gewicht der Flüssigkeit* berechnen zu können. Die gefundene Zahl wird, die nöthige Sorgfalt bei der Ausführung der beschriebenen Operationen vorausgesetzt, das specifische Gewicht sicher bis auf die vierte Decimale richtig ausdrücken.

Ich lasse das Kühlwasser, worin die Gay-Lussac'schen Fläschchen stehen, nur bis auf 15 und nicht bis auf $15{,}5^0$ C. sich erwärmen, weil anzunehmen ist, die weitere Erwärmung um einen halben Grad werde während der Manipulation des Heraushebens und des Wegnehmens des Flüssigkeits-Ueberschusses schon eintreten. Man wird sich im Gegentheil zu hüten haben, dass das Fläschchen sich hiebei nicht zu stark erwärme, indem man einen Theils rasch operirt und andern Theils das Fläschchen nirgends anders als am obersten Rande, also sicher über der Marke,und nur mit zwei Fingern anfasst.

Ist auch die Kenntniss des specifischen Gewichtes einer gegohrenen Flüssigkeit, da ja Alkohol und Extract *im entgegengesetzten Sinne* auf dasselbe einwirken, *für sich allein* ohne besonderen Werth (ähnlich wie diejenige des specifischen Gewichtes der sog. *ganzen* Milch), so steigt sie doch ganz bedeutend in der Werthschätzung, sobald auch *der Gehalt an Alkohol und Extract* bestimmt ist. Denn dadurch ist die Bestimmung des specifischen Gewichtes der *ganzen* Flüssigkeit zu einer Art *Controle* für die Bestimmung des Alkohol- und Extractgehaltes geworden.

Nach der vorbereitenden Operation der Bestimmung des specifischen Gewichtes wird die Flüssigkeit aus dem Gay-Lussac'schen Fläschchen in ein *kurzhalsiges,* ca. 50 cm^3 fassendes *Kochfläschchen* übergeführt, mit einem Minimum Wasser unter drei Malen nachgespült und auf kleiner Flamme so lange destillirt, bis die Hälfte übergegangen ist. Dabei wird ein kleiner Liebig'scher Kühler benützt, dessen Ausflussmündung zu einem engen Schnabel (nach Art der älteren Liebig'schen Verbrennungsröhren) ausgezogen und bis in den Bauch des, nun zum zweiten Male benützten, Gay-Lussac'schen Fläschchens eingesenkt ist. Nach beendigter Destillation stellt man zunächst *die Reaction des Destillates* fest. Bekanntlich ist dieselbe beim Wein immer sauer, aber in ziemlich ungleichem Grade. Man kann dieselbe exact, d. h. *acidimetrisch* mit $^1/_{10}$ oder $^1/_{50}$ Normalkali bestimmen, wobei man die freie Säure als *Essigsäure* oder, falls man eine Vergleichung mit der *gesammten* Acidität des Weines anstellen will, als *Weinsäure* in Rechnung bringt, und nochmals destilliren. Nur für den Fall einer ziemlich bedeutenden Acidität wird das specifische Gewicht dieses zweiten Destillates merklich von demjenigen des zuerst erhaltenen abweichen. Desshalb darf auch diese Complication für die Regel unterbleiben. Um das specifische Gewicht zu bestimmen, wird destillirtes Wasser bis nahe zur Marke nachgegossen, die oben beschriebene Abkühlung und Wiedererwärmung bis auf 15^0 vorgenommen, dann, während die Fläschchen noch im Kühlwasser stehen, wieder sehr vorsichtig Wasser bis zur oder bis etwa 1 mm über der Marke zugetropft, Fläschchen nach Fläschchen herausgehoben, der sehr geringe Flüssigkeits-Ueberschuss über der Marke weggenommen u. s. f. Das

nunmehr berechnete specifische Gewicht gibt die nöthigen Anhaltspunkte zur weitern Berechnung des *Alkohol-Gehaltes.*

Bei Analysen für wissenschaftliche Zwecke ist es durchaus nothwendig, dass das specifische Gewicht des Destillates *bis auf die vierte Decimale* richtig bestimmt sei, weil 1 in der vierten Decimale des specifischen Gewichtes bereits 5—8 in der zweiten Decimale der Alkohol- (Gewichts-) Procente entspricht. Man wird desshalb nicht nur genau arbeiten, man wird auch, um die vierte Decimale sicher zu stellen, das specifische Gewicht bis auf die fünfte ausrechnen müssen. Was die Aufforderung zum genauen Arbeiten betrifft, so bezieht sich dieselbe wesentlich darauf, *dass man die Destillation jedes Mal gleich weit fortsetze* und zu diesem Zwecke etwa eine geeignete Marke an dem Gay-Lussac'schen Fläschchen anbringe. Denn es ist nicht daran zu zweifeln, dass auch das *Glycerin,* das bei der Destillation übergeht, einen Einfluss auf das specifische Gewicht des Destillates und damit auch auf das Rechnungsresultat, betreffend den Alkoholgehalt, haben werde. Man wird sich also nicht blos das Ziel setzen, sicher allen Alkohol in's Destillat zu bringen, sondern ebenso auch das andere, dass nicht zu viel Glycerin in dasselbe gelange, jedenfalls nicht in dem einen Falle mehr, in dem andern weniger. Ferner bezieht sich jene Aufforderung auf die Einhaltung der richtigen *Temperatur* und die Erzielung des richtigen *Volumens,* d. h. die Einstellung des Flüssigkeitsniveaus genau in der Höhe der Marke. Denn was eine für unsern Zweck genügend genaue *Wägung* betrifft, so bietet eine solche keine Schwierigkeit. Ueberall hat man analytische Waagen, die 0,1 mg noch schätzen lassen. 0,1 mg entspricht aber bei einem 25 cm^3 fassenden Fläschchen blos 4 in der sechsten Decimale. Es dürfte also die Waage zwei und ein halb Mal weniger empfindlich sein, d. h. nicht weniger als $^1/_4$ mg noch schätzen lassen, und man würde doch die fünfte Decimale, soweit dieselbe von der Wägung abhängt, richtig erhalten. Für technische Analysen, wo es vollkommen ausreicht, den Alkoholgehalt bis auf die erste Decimale anzugeben, wird also auch eine Waage, die erst 1 mg Gewichtsdifferenz noch angibt, mehr als empfindlich genug sein.

Der Destillations-Rückstand im Kochfläschchen kommt, wenn man keine Aschenbestimmung vorzunehmen gedenkt, im Fläschchen selbst, andernfalls, nachdem er zuvor in ein wenigstens 20 cm^3 fassendes Platinschälchen übergeführt worden, *in das auf zehn Grade über dem Wassersiedepunkte des Ortes eingestellte Luftbad.*

Bekanntlich haben die Chemiker aufgehört, in dem, was beim Trocknen von Wein- und Bierextract, namentlich wenn eine Temperatur höher als der Siedepunkt des Wassers eingehalten wird, weggeht, *nur Wasser und Alkohol* oder, wenn es sich speciell um Wein handelt, auch etwa noch *flüchtige Säuren* zu erblicken, und in dem, was zurückbleibt, den vollen Betrag der übrigen in der ursprünglichen Flüssigkeit vorhandenen Bestandtheile anzuerkennen. Namentlich ist man, und gewiss mit vollem Rechte, besorgt, es gehe bei der Bestimmung des Extractes gegohrener Getränke *Glycerin* durch Verflüchtigung mit dem Wasserdampfe für das Extract verloren. Man ist desshalb mit der Trockentemperatur bis auf den Siedepunkt des Wassers und auf noch tiefere Temperaturen heruntergegangen. Hiebei wird man sich aber zu hüten haben, dass man nicht in den entgegengesetzten Fehler verfalle und einen Abdampfrückstand für trocken halte, der es nicht ist, vielmehr noch einen Rest Wasser in sich birgt. Ich möchte desshalb den gleichen Weg, wie oben für die Milchanalyse, empfehlen, d. h. man solle die letzten Spuren Wasser mit absolutem Alkohol, sowie auch die letzten Spuren Alkohol mit absolutem Aether aus dem Abdampf-Rückstande herausholen und dabei das Trocknen im Spiritusbad vornehmen, falls man es nicht vorzieht, von dem längst für diesen Zweck in Vorschlag gebrachten luftverdünnten Raume Gebrauch zu machen.

Wenn ich bei Weinanalysen auch die *Asche* bestimmte, so bin ich, in Anlehnung an den von *Friedrich Mohr* („Der Weinstock und der Wein", Coblenz 1864, pg. 168) gemachten Vorschlag stets so verfahren, dass ich das Extract zunächst auf ganz kleiner Flamme nur verkohlte, den kohligen Rückstand mit einem Minimum Wasser extrahirte, das wässrige Extract direct in ein zweites, gleich grosses Platinschälchen durch ein möglichst kleines Filter filtrirte, den auf das Filter gerathenen Theil des kohligen Rückstandes durch Herunterspritzen in das erste Schälchen zurückbrachte, nunmehr den Inhalt beider Schälchen gleichzeitig bis zur völligen Trockniss eindampfte, hierauf schwach glühte, wobei die Kohle im ersten Schälchen mit Leichtigkeit verbrennt, und schliesslich beide im Exsiccator erkaltete Schälchen gesöndert wog. Auf diese Weise erreicht man nicht nur, was Mohr mit seiner Vorschrift anstrebte, eine weit leichtere und vollständigere Einäscherung, man vermeidet dabei zugleich wie bei dem *Städeler'*schen Verfahren der Aschenanalyse (Wöhler, „Mineral-Analyse", Göttingen 1861, pg. 188) den sonst unausweichlichen Verlust an den Chloriden und Carbonaten der Alkalien und hat endlich noch den weitern Vortheil, gleichzeitig die Menge der in Wasser löslichen und der darin unlöslichen Aschenbestandtheile zu erfahren.

4.

Abdampf- und Trocken-Apparat mit Wasserbad für Spiritusheizung.

Für den an unserer Anstalt bestehenden *Reallehramts-Candidatencurs* ist ein wöchentlich zweistündiges Prakticum eingerichtet. Darin soll, soweit es die so sehr beschränkte Zeit erlaubt, bei den vorgerückteren der mit einer sehr ungleichen chemischen Vorbildung in diesen Curs eintretenden Schüler auch auf einfachere chemische Analysen und Gehaltsprüfungen aus dem Gebiete der Landwirthschaft und der Gewerbe Bedacht genommen werden (vgl. unser diesjähriges Programm S. 34). Es war nun stets mein Bestreben,

die Schüler wenigstens in die Elemente der für unser Land so wichtigen *Milchprüfung* einzuführen. Wenn nun auch für Analysen, die *streng wissenschaftlichen* Anforderungen zu genügen haben, aus dem oben unter 3 B dargelegten Grunde das Wasserbad für die Bestimmung der Trockensubstanz der Milch verworfen werden muss, so ist es etwas anderes um Analysen, die *praktischen* (technischen, landwirthschaftlichen, gesundheitspolizeilichen) Zwecken dienen sollen, wo eine expedite, leichte und billige Ausführung wichtiger ist, als eine auf die Spitze getriebene Genauigkeit. Ich glaubte desshalb für diese Zwecke dem *Wasserbad* vor dem Spiritusbad den Vorzug geben zu sollen. Es kam nun aber weiter in Betracht, dass unsere Lehramts-Candidaten, einmal an einer Realschule (mit diesem Ausdrucke wird bei uns dasselbe bezeichnet, was man in andern Schweizerkantonen „Bezirksschule“ oder auch „Secundarschule“ heisst) angestellt, in den wenigsten Fällen über Gas verfügen dürften, sondern auf den Gebrauch von *Spiritus* angewiesen sind. Da nun dieser bei seiner Verbrennung *nur* Kohlensäure und Wasserdampf liefert, so durfte um so eher gewagt werden, die Verbrennungsgase über die zu erwärmende Substanz wegzuleiten, woraus sich gegenüber der unter 3 B beschriebenen *eine ganz wesentlich vereinfachte Construction,* sowie auch *eine gründlichere Ausnützung der Verbrennungswärme* ergeben musste. — Den soeben dargelegten *besonderen* Gesichtspunkten nun verdankt der auf Taf. 4 in zwei Horizontal-Durchschnitten, einem Vertical-Durchschnitt und in der Vorderansicht in $^1/_4$ der natürlichen Grösse abgebildete Apparat seine Entstehung.

Das *Stativ* wird gebildet durch drei T-Eisenpfeiler, einen angenieteten Eisenreif und einen Schwarzblechmantel, welcher oben über die Pfeiler emporragt, unten ein wenig ob der halben Pfeilerhöhe bis auf eine centrale, für den Brenner genügend Raum bietende, kreisförmige Oeffnung geschlossen ist und vorn eine Thüre mit kleinem Glasfensterchen zur Beobachtung der Flamme trägt. Das *Wasserbad* ist ein doppelwandiger Kessel mit Dom in der Mitte, ähnlich wie das unter 3 B beschriebene. Da in der obern Zone desselben die Aussenwand um das Dreifache ihres untern Abstandes vorspringt, so ist in dem daraus resultirenden horizontalen Verbindungsringe der richtige Ort für sechs unter einem Winkel von 45° ansteigende und etwas in's Innere des Kessels eindringende Messingröhren gefunden. Kessel und Schornstein sind im Interesse der Wohlfeilheit nur aus Weissblech angefertigt.

Als *Heizlampe* wird eine gläserne mit Weingeist gefüllte Petrollampe mit sog. *Mitrailleusenbrenner* und kurzem gläsernem Schornstein benützt. Es war der originelle *Friedrich Mohr,* der unter dem Titel „Neue Weingeistlampe“ in Fresenius' Zeitschr., Bd. 12, S. 291, zuerst darauf aufmerksam gemacht hat, dass Petrollampen mit Rundbrenner als beste und billigste Weingeistlampen benützt werden können und unbedingt vorzuziehen sind jener berühmten Lampe, „welche *Berzelius* von Paris mitbrachte und empfahl, und die noch heute seinen Namen führt“. Noch besser aber als die gewöhnlichen Rundbrenner mit bandförmigem Docht sind nun nach meiner Erfahrung die seit einigen Jahren in Aufnahme gekommenen, überall erhältlichen sog. Mitrailleusenbrenner. Nur verwende man *nicht zu schwachen Weingeist,* lieber 95- als blos 90-(volum-)procentigen.

Natürlich kann für den eben beschriebenen Apparat auch Gasfeuerung benützt werden, wenn man den oben dargelegten Nachtheil, der in dem Auftreten der schwefeligen Säure liegt, nicht scheut. Ich erinnere diesfalls daran, dass dieser Apparat, nicht wie der unter 3 B beschriebene, streng wissenschaftlichen Anforderungen zu genügen braucht.

In dem Umstande, dass sowohl das Leuchtgas als der Spiritus unter ihren Verbrennungsproducten *viel Wasser* liefern, liegt ohne Frage ein Uebelstand der beschriebenen einfachen Construction. Uebrigens steigt auch im Beschickungs-Hohlraume dieses Wasserbades die Temperatur bis auf die Wassersiedhitze, weil, wie bei dem unter 3 B beschriebenen, im eigentlichen Körper desselben, namentlich *unter dem innern Boden,* auf welchen ja gerade die Abdampfgefässe gestellt werden, die Entweichung des Dampfes bedeutend gehemmt ist, so dass dort die Temperatur entsprechend der nothwendig eintretenden Drucksteigerung *über* die normale Siedhitze steigen muss.

Beispiele von der Wirksamkeit des Apparates.

1. In $2^3/_4$ Stunden und mit einem Aufwande von 121 g 93-procentigen Spiritus' werden in sechs Kochfläschchen 6×10 cm³ Wasser völlig verdampft, wobei aus dem Wasserbade selbst gleichzeitig 140 g verdampfen.

2. In $1^3/_{10}$ Stunden und mit einem Aufwande von 88 g 95-procentigen Spiritus' werden 203 cm³ Wasserdestillat erhalten. Das Thermometer am Boden des Wasserbades zeigte am Ende gegen 98°, ein in die oberste Wasserschicht des Kühlfasses, welches im Ganzen 2850 cm³ enthielt, eingesenktes über 80°.

3. In 23 Minuten und mit einem Gasaufwande von 42 l geräth der Inhalt des Wasserbades = 1500 cm³ in's Sieden, in den folgenden 23 Minuten mit einem Gasaufwande von $33{,}_5$ l werden 173 cm³ destillirtes Wasser erhalten, und das Wasser zuoberst im Kühlfasse zeigt 78°.

Bei der Beurtheilung dieses für kleine wirthscaftliche Verhältnisse berechneten Apparates ist die in der Lieferung von heissem Wasser (Rest im Kessel), warmem Wasser (im Kühlfass) und destillirtem Wasser (Destillat) bestehende *Nebenleistung* desselben nicht ausser Acht zu lassen.

5.

Der Abdampf- und Trocken-Apparat mit Wasserbad kleinsten Formates

ist im Horizontal- und Verticaldurchschnitt in $^1/_4$ der natürlichen Grösse auf Taf. 3 a abgebildet. Er stellt eine weitere Vereinfachung des vorigen dar. Die Stativpfeiler sind statt aus T- nur aus Winkeleisen angefertigt. Auf die Gewinnung von destillirtem Wasser wird verzichtet. Der aus dem Wasserbade sich entwickelnde Dampf kann durch eine schmale, zwischen dem Schornstein und dem doppelwandigen Kesseldeckel ringsum laufende Spalte in den Schornstein entweichen, und in letzterem gebildetes Condensirwasser, ohne die Beschickung des Bades zu schädigen, in den Kessel zurückfliessen. Ein blecherner Teller mit senkrechtem, ziemlich hohem Rande und einem auf die Mitte seines Bodens aufgesetzten Handgriffe gestattet, die zu trocknende Substanz bequem hinein- und die getrocknete ebenso bequem hinaus- und auf die Waage zu schaffen.

Der Apparat gewährt übrigens Raum genug, um statt dieses Tellers eine mehr als 100 cm^3 fassende gewöhnliche Abdampfschale oder drei kleinere Schalen oder auch, wenn man knieförmige Messingröhren von entsprechend engerem Caliber in die hier schon in der Fläche der innern Metallwand abgeschnittenen drei Zugröhren hineinstecken will, drei Kochfläschchen unterbringen zu können. Doch ist es in diesem Falle besser, den Zugröhren (und in Folge dessen natürlich auch dem Kesseldeckel und dem Schornsteinkegel) statt einer Steigung von blos 30° eine solche von 45° zu geben, weil dann höhere Fläschchen hineingebracht werden können. Der nöthige Halt für die Knieröhre wird hiebei durch den Hals des Fläschchens geboten, an dessen Innenwand die Röhre sich anlehnt, gleich wie das Fläschchen selber an diejenige des Wasserbades.

Bei der Construction dieses kleinen und einfachen Apparates hatte ich die kleinsten Verhältnisse, wie sie z. B. an einer sehr bescheiden dotirten Schule und bei Privaten bestehen, im Auge. Ich dachte dabei im Besonderen an die Bedürfnisse des Landwirthes, der die Feuchtigkeit einer Ackererde oder eines Düngers, vielleicht auch die Trockensubstanz einer Milch in möglichst wenig umständlicher und doch für praktische Zwecke genügend sicherer Weise bestimmen, des Papierfabricanten, der den wirklichen Gehalt seines „Holzstoffes“ erfahren möchte u. s. w.

Beispiele. 1. In $^3/_4$ Stunden wird der *Inhalt* des Wasserbades = 500 cm^3 mit einem Spiritusaufwand von 18 g (verbrannt in einem sehr kleinen Lämpchen) in's volle Sieden gebracht und zugleich aus der *Beschickung* des Bades 10 g Wasser ausgetrieben.

2. In $3^3/_4$ Stunden und mit einem Gasaufwand von $81^1/_2$ l werden 50 g ganz nasser sog. Holzstoff auf den wirklichen Gehalt von 8,17 g gebracht, wobei gleichzeitig aus dem Wasserbad selber 170 cm^3 Wasser verdampfen.

6.

Trockenkasten und vereinfachter Trocken-Apparat mit Luftbad

sind auf Tafel 6, jeder wieder im Horizontal- und im Verticaldurchschnitt und im Maassstabe von $^1/_4$ dargestellt.

Auch in kleinen Laboratorien vergeht kein Tag, wo nicht irgend welche *Glasgefässe* getrocknet werden müssten. Das manchen Orts beliebte Verfahren, die durch Ausschwenken und Verkehrthinstellen nicht zu beseitigenden Wasserreste durch Ausspülen mit *Aether* und darauf den adhärirenden Aether durch Ausblasen zu entfernen, erscheint mir nur gerechtfertigt, wenn es mit der beabsichtigten Trocknung grosse Eile hat. Sonst ist es mit dem Charakter derjenigen Wissenschaft, deren Grundprincip die „Achtung vor der Materie“ und zwar eine mit dem architektonischen Aufbau der Elemente steigende Achtung ist, unvereinbar, einen so edeln Stoff, wie den Aether, für einen so gemeinen Zweck, wie die Trocknung einer Flasche, zu opfern und dabei noch obendrein die Athmungsluft der Laboranten zu verderben. — Unser *Trockenkasten* ist nun in erster Linie für das Trocknen von Flaschen bestimmt, was in demselben mit geringster Mühe, geringem Brennstoff- und nicht sehr bedeutendem Zeitaufwand geschieht. Er setzt sich zusammen aus vier Pfeilern von sehr starkem Winkeleisen, einem darangeschraubten dicken Boden, welcher selber aus drei Streifen 1,2 cm starkem Reifeisen und einer diese drei Streifen bedeckenden und verbindenden Eisenplatte von beiläufig 0,5 cm Dicke besteht, und endlich einem Doppelmantel aus stärkstem Weissblech, dessen Innenwand sich an die Innenfläche der Winkeleisen-Pfeiler anlehnt und mit ihrem untern Rand zwischen die beiden Eisenschichten des Bodens eingeklemmt ist, während die Aussenwand, an die Aussenfläche der Pfeiler sich anschmiegend, in einiger Entfernung unter dem Boden von allen vier Seiten einwärts gebogen ist. Als Brenner werden passend solche verwendet, wie sie beim Röhrenofen beschrieben sind, und zwar zwei Stück. Durch zwei unten am Boden angeschraubte entsprechend gebogene Blechstreifen ist dafür gesorgt, dass man, ohne das Auge auf jene nicht gerade sehr zugänglichen Stellen richten zu müssen, die zwei Brenner durch einfaches Einschieben von den Breitseiten her richtig placiren kann. Auch trägt der Boden auf seiner untern Fläche in der Richtung und in der Länge der Brennerflämmchen-Reihen je eine rinnenartige Vertiefung, damit hiedurch die Heizfläche ein wenig vergrössert werde und sich etwas in's Innere der Eisenmasse hineinerstrecke. Die Verbrennungsgase steigen im Zwischenraume des Doppelmantels empor. Der Boden ist seiner ganzen Fläche nach innen von einer Platte *Asbestfilz* (von H. Weidmann in Rapperswyl) belegt.

Um nun Flaschen in verhältnissmässig kurzer Zeit zu trocknen, werden auf dieselben mittelst Dreiecken aus Messingdraht, in welchen sie eingeklemmt sind, möglichst hohe und

nicht zu enge Glasröhren aufgesetzt. Zuerst geht der Zug, wie es die Zeichnung zeigt, durch die Röhre ab- und die Flasche aufwärts. Denn die Röhre, die man auf die bereits in dem Kasten untergebrachte Flasche aufsetzt, ist kälter als diese, wesshalb auch ihre Aussenwand sich anfänglich mit Thau beschlägt. Im Laufe der fortschreitenden Erwärmung aber kömmt der Augenblick, wo das Spiel der Luftbewegung umschlägt und die aufgesetzte Röhre zum eigentlichen Schornstein wird.

Selbstverständlich darf man von unserm Trockenkasten auch die Dienstleistungen eines kleinen *Sandbades* erwarten. Doch wird es dann, um der Wirkung der in diesem Falle nicht zu vermeidenden sauren Dämpfe entgegenzuwirken, gerathen sein, die Innenwand des Mantels mit einem guten, d. h. über die Siedhitze des Wassers gehende Temperaturen noch aushaltenden, Asphaltfirniss anzustreichen.

Beispiel. In 1 Stunde nach zweimal verkleinerter Flamme und mit einem gesammten Gasconsum von 156 l war die Temperatur im untersten Theile einer in den Kasten gebrachten *leeren* Flasche auf 107° gestiegen. Was den *stündlichen* Gasverbrauch bei andauerndem Betriebe betrifft, so hat sich derselbe natürlich nach der Art der Beschickung zu richten. Er schwankt zwischen 100 und 200 l. — Für viele Zwecke ist es genug an *einem* Brenner.

Der *„vereinfachte Trockenapparat“* nimmt eine Mittelstellung ein zwischen dem soeben beschriebenen Trockenkasten und dem unter 3 A beschriebenen Schnecken-Luftbad. Er ist in Construction und Anwendung kleiner und feiner als der erstere, grösser und gröber als das letztere. Nach dem, was über das Schnecken-Luftbad und die andern Trockenapparate oben gesagt worden ist, dürfte die Zeichnung im Wesentlichen verständlich sein. Wir gestatten uns desshalb blos noch folgende mehr specielle Bemerkungen. Luftbadkessel und Deckel desselben bestehen blos aus Weissblech, die drei Blaseröhren dagegen, das Dutzend der auf den obern Rand des Luftbades aufgesetzten, mit Metallpfropfen ausgestatteten, Röhrchen, sowie auch die drei Schornsteine aus Messing. Der Luftbadkessel ist eben gross genug, um gleichzeitig drei Literflaschen aufnehmen zu können. Die zwölf kurzen, ihrer Messingpfropfen entledigten Röhrchen dienen zur Aufnahme von Pipetten und von andern röhrenartigen Glasapparaten. Auch die drei dachlosen Schornsteine können zum Austrocknen von Glasröhren mit in Dienst gezogen werden. Die in den Deckel eingekittete Glasröhre functionirt nicht blos als mässig ziehender Schornstein, sondern gestattet auch, das Ende der Trocknung unmittelbar wahrzunehmen. Es ist gekommen, wenn kein Thau an derselben mehr beobachtet wird. In der ersten Stunde lässt man am Besten etwa 150 l Gas verbrennen, in den folgenden dagegen blos je 100. Die Temperatur wird dann auch im obern Theile des Luftbades über 100° stehen bleiben. Ein einzelner Bunsenbrenner genügt als Wärmequelle.

7.

Das Reagenscylinder- und Filtrirgestell.

Die im Drittels-Maassstab auf Tafel 5 in halber Längenansicht, halbem Längendurchschnitt, ganzem Querdurchschnitt und in der Oberansicht ausgeführte Abbildung lässt die Construction dieser für den täglichen Gebrauch im Laboratorium bestimmten und desshalb nicht unwichtigen Geräthschaft so deutlich erkennen, dass ich mich im Nachfolgenden auf die Darlegung der besonderen Vortheile, welche diese Construction andern gegenüber gewährt, werde beschränken dürfen.

1. Durch die verhältnissmässig *breite Basis* und die in Folge der zweckentsprechenden Vertheilung der Massen, sowie auch des symmetrischen Baues, bewirkte *tiefe und centrale Lage des Schwerpunktes* wird eine *grosse Standfestigkeit* erzielt. Da von den *sechs* Füssen, auf welchen das Gestell zu stehen *scheint,* in Wirklichkeit nur *drei* (bei der gewöhnlichen Aufstellung die zwei äusseren Vorderfüsse und der mittlere Hinterfuss), weil 1 mm höher als die andern, den Boden berühren, so wird sich das Gestell auch auf einer nicht ganz ebenen Tischfläche im *stabilen,* und nicht etwa im indifferenten, Gleichgewichtszustande befinden. Denn es kann ja einer der beiden schwebenden äussern Füsse nicht niedergedrückt werden, ohne dass dabei einem Viertel des Gesammtgewichtes drei Viertel und zwar an einem längern Hebelarme entgegenwirken würden, während bei einem auf blos drei Füsse zu stehen gekommenen „Vierfusse“ Hälfte der Hälfte und zwar an gleichem Hebelarme entgegenwirkt, so dass wegen Gleichheit der beidseitigen statischen Momente in der That das indifferente Gleichgewicht besteht.

2. Die in der Mitte des Gestelles untergebrachten und von den zurückgeschlagenen Filtrirarmen bedeckten Reagenscylinder sind thunlichst vor der *lästigen Ablagerung von Staub* und auch vor *zerstörenden mechanischen Einwirkungen* sicher gestellt.

3. Durch die Abschrägung der Bodenplatte nach beiden Breitseiten hin wird das *Auslaufen* des den Gläschen anhaftenden Wassers und das vollständige *Trockenwerden* derselben bedeutend *erleichtert* resp. *beschleunigt.*

4. Es ist bei dem Entwurfe in dem Grade auf *Raumersparniss* Bedacht genommen worden, als es die ebenfalls wohl berücksichtigte *Solidität der Construction* zugelassen hat.

5. Als *Filtrirgestell* entspricht die Vorrichtung ihrem Zwecke, indem für's Erste die beiden Filtrirarme *innert den Grenzen von 3½—21 cm in beliebiger Höhe festgeschraubt werden können,* was für die durchfiltrirte Flüssigkeit Bechergläser bis auf 2 l Inhalt aufzustellen gestattet, indem ferner in dem Maasse für Gegengewicht gesorgt ist, dass selbst, wenn einer der *äussern* Trichter *einseitig* mit dem exorbitanten Gewichte von 2 kg belastet würde, die Standfestigkeit immer noch nicht gefährdet wäre, und indem endlich

auf den zurückgeschlagenen Armen vier Stück Trichter zum *Abtropfen* bequem und den Reagenscylindern unbeschadet untergebracht werden können.

6. Die vier beigegebenen Untersätze ermöglichen, je nachdem der konische Einschnitt oder aber die cylindrische Durchbohrung nach Oben gekehrt ist, *eine sichere Aufstellung* entweder von *Schalen* und *Kochflaschen,* die *runde* Böden haben, oder aber von *Reagenscylindern* von *zwei* Calibern, wenn in solche Gefässe filtrirt werden soll.

8.

Der Apparat zur Ausscheidung des Arseniks mit nachfolgender quantitativer Bestimmung

ist in einer Handskizze auf Taf. 7 in $^1/_6$ der natürlichen Grösse abgebildet. Beschrieben, aber nicht abgebildet ist er schon früher in der *wissenschaftlichen Beigabe zum Programm unserer Anstalt für das Schuljahr 1875 auf 76,* S. 6 u. ff., sowie auch in *Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie, 14. Jahrg.*, S. 255 u. ff. An den zwei genannten Orten findet sich auch, im unmittelbaren Anschluss an jene Beschreibung, eine ausführliche Darlegung meines Verfahrens, *welches im Wesentlichen eine Combination des Verfahrens von Schneider und Fyfe mit demjenigen von Danger und Flandin ist,* indem es dem ersteren die Idee entnimmt, *das Arsenik als Chlorarsenik abzudestilliren,* mit dem letzteren dagegen den Gedanken gemein hat, sich *zur radicalen Zerstörung der organisirten Substanz* vorzugsweise des in dieser Richtung als das wirksamste bekannten Agens, der *concentrirten Schwefelsäure,* zu bedienen. Die Art, wie diese beiden Grundgedanken mit einander verknüpft und praktisch verwerthet sind, ist nun von der Tendenz beherrscht, einen Theils *die nöthigen Operationen so einfach als möglich zu gestalten,* und andern Theils *den Erfolg nach jeder Richtung sicher zu stellen,* so dass die *Anwesenheit* und die *Abwesenheit* der *geringsten* Menge von Arsenik mit gleich *überzeugender Schärfe* bewiesen wird.

Indem ich im Uebrigen auf die beiden oben citirten Publicationen und zwar, was die ausführliche geschichtliche Einleitung, die in grosser Zahl mit aufgenommenen experimentellen Belege, sowie auch die zwei mitgetheilten forensischen Fälle betrifft, speciell auf jene Programm-Arbeit (von welcher unser Rectoratsarchiv für Solche, die sich darum interessiren, noch mehrere Frei-Exemplare bereithält) verweise, beschränke ich mich hierorts auf die unbedingt nothwendige

Beschreibung von Apparat und Verfahren,

wobei ich mich, soweit mich nicht seither gemachte Erfahrungen daran hindern, an dem bereits publicirten Text festhalte.

Der *Apparat* besteht aus *drei* Haupttheilen, einer grösseren Kochflasche als *Entwicklungsgefäss,* einer kleineren als *Vorlage* und einem Kugel-Apparat als zweitem und hauptsächlichen *Condensator.* Auf die grössere Flasche wird vermittelst eines Kautschuk- oder guten Korkstopfens ein knieförmiges, einen Winkel von beiläufig 45° einschliessendes Glasrohr aufgesetzt. Die kleinere Kochflasche dagegen trägt in der einen Oeffnung eines doppelt durchbohrten Kautschukstopfens ein knieförmiges Glasrohr mit einem Winkel von beiläufig 135° (Supplement zu 45°), welches bis in die Mitte des Bauches führt und — um allfälliges Abtropfen zu erleichtern — unten abgeschrägt ist. Der Kugel-Apparat stimmt genau mit demjenigen, welchen *Varrentrapp* und *Will* für die Stickstoffbestimmung angegeben haben, überein, nur hat er eine zwei bis vier Mal grössere Capacität. Auch ist dessen Zuleitungsrohr im äusseren Drittel so gebogen, dass es senkrecht in die zweite Oeffnung des Kautschukstopfens der Vorlage eingesetzt werden kann. Die Verbindung zwischen dem Ableitungsrohre des Entwicklungsgefässes und dem Zuleitungsrohre der Vorlage wird mittelst eines guten dickwandigen Kautschukschlauches hergestellt. Derselbe muss so lang sein, dass eine drehende Bewegung des Entwicklungsgefässes in horizontaler Ebene, unbeschadet der Standfestigkeit des übrigen Apparates, möglich ist. Der Boden des Entwicklungsgefässes ist blos durch ein Drahtsieb oder durch eine trennende Luftschicht von wenigstens 1 cm Dicke vor der unmittelbaren Einwirkung der Flamme eines einfachen Bunsen'schen Gasbrenners geschützt. Es gewährt dies gegenüber einem Sandbade den Vortheil, dass man die Wärmezufuhr jeden Augenblick beherrscht. Die Vorlage wird von einer federnden Klammer, welche mit Hülfe einer Doppelmuffe an der gleichen Stativsäule befestigt wird, an der auch der unterstützende Ring für das Entwicklungsgefäss angeschraubt ist, getragen, und der Kugel-Apparat erhält den nöthigen Stützpunkt in einem passend ausgeschnittenen, auf einem daruntergeschobenen kleinen Tischgestell liegenden Stücke Kork oder Holz. Da es zwecklos ist, die Vorlage besonders kühl zu halten, so darf man um so mehr die Längen-Dimensionen der verbindenden Glasröhren so wählen, dass das Entwicklungsgefäss und die Vorlage ziemlich nahe zusammen zu stehen kommen, als bei unserem Verfahren nie eine grosse Heizflamme zur Anwendung gelangt.

Die *Beschickung* des Apparates wird in der Art ausgeführt, dass *zuerst* das *Untersuchungsobject* in das Entwicklungsgefäss gebracht (wobei eine weitergehende Zerkleinerung desselben, als zum Hineinbringen unbedingt nöthig ist, überflüssig erscheint), und darauf allmälig *reine Schwefelsäure* zugesetzt wird. Dabei das Entwicklungsgefäss in kaltes Wasser zu stellen, erscheint nur dann angezeigt, wenn das Untersuchungsobject *eine ausnahmsweise grosse Menge Chlornatrium* enthalten sollte. Die Vorsichtsmassregel der gleichzeitigen Abkühlung ist also ganz überflüssig, ja sogar im Widerspruche mit dem angestrebten Zwecke — rasche Zerstörung der organisirten Substanz —, wenn der entleerte Magen oder

die Leber des Vergifteten das Untersuchungsobject bildet. Die *Quantität* und der *Concentrationsgrad* der zu verwendenden Säure richtet sich nach der Beschaffenheit des Untersuchungsobjectes. Man trachte darnach, dass das schliesslich resultirende Gemenge auf *einen* Gewichtstheil Wasser *gegen drei* Gewichtstheile concentrirte Schwefelsäure enthält und dabei doch *flüssig genug* ist, um ohne Bedenken erwärmt werden zu dürfen. Man thut desshalb (aber auch nur dann, wenn man wegen Anwesenheit von viel Chlornatrium befürchten muss, es könnte sich bei der eintretenden Erwärmung Chlorarsenik verflüchtigen) gut, sich neben der concentrirten auch solche Schwefelsäure vorräthig zu halten, die mit $^1/_6$ ihres Gewichtes Wasser verdünnt ist (wie man sie gewöhnlich bei der Darstellung des Salzsäuregases benützt). Man wird dann je nach dem Wassergehalt und der physikalischen Beschaffenheit (Dichtigkeit, Porosität) des Untersuchungsobjectes entweder Säure von der einen oder aber von der anderen Stärke, oder auch von beiden zugleich verwenden. Nachdem die Schwefelsäure zugesetzt worden, lässt man das Ganze noch wenigstens 12 Stunden stehen. Es gewährt dies den nicht unwesentlichen Vortheil, dass dadurch der Schwefelsäure Gelegenheit geboten wird, schon *vor der Destillation* eine mächtig zerstörende Wirkung auf die vorhandene organisirte Substanz auszuüben. Es werden bei dieser Behandlung animalische Organe *gänzlich zergehen,* so dass das Geschäft der mechanischen Zerkleinerung derselben unter allen Umständen bedeutend, nicht selten sogar, wie z. B. bei einem Magen, auf Null reducirt ist. Erst *zuletzt* wird das *Chlornatrium* hinzugefügt. Wendet man dasselbe von der Beschaffenheit, die es durch Schmelzen und nachfolgendes Ausgiessen auf eine Metallplatte erhält, und blos zerstückelt, nicht pulverisirt, an, und ist der bisherige Inhalt des Entwicklungsgefässes, wie es nach der vorhin gegebenen Vorschrift nicht anders sein kann, bis wenigstens auf die Zimmertemperatur erkaltet, so kann man sicher sein, dass auf Zusatz des neuen Gemengtheiles keine Spur von Gasentwicklung eintreten wird. Man nimmt so viel Kochsalz, dass der Boden des Entwicklungsgefässes gerade davon bedeckt ist. Stücke, deren grösste Dimension 1 cm beträgt, scheinen mir die angemessensten zu sein. — In die *Vorlage* wird ein $0{,}_1$—$0{,}_2$ g wiegender Krystall von *chlorsaurem Kali* gebracht und endlich der *Kugel-Apparat* mit einer doppelt so grossen Anzahl cm^3 *destillirten Wassers* beschickt, als man g Kochsalz in's Entwicklungsgefäss gebracht hat.

Ist der ganze Apparat beschickt und zusammengefügt, so kann man zur *Erwärmung des Entwicklungsgefässes* schreiten. Es darf dies nur auf sehr kleiner Flamme geschehen, damit keine stürmische Gasentwicklung stattfinde. Durch Verkleinerung oder gänzliche Entfernung der Heizflamme, namentlich aber dadurch, dass man das Entwicklungsgefäss in einem in horizontaler Ebene liegenden Kreise bewegt, lässt sich das Uebersteigen in den meisten Fällen leicht vermeiden. Uebrigens ist der Versuch der Hauptsache nach doch nicht als missglückt zu betrachten, wenn auch — was aber einem aufmerksamen Experimentator nur selten begegnen wird — ein Uebersteigen in die Vorlage stattgefunden haben sollte, und ist eine solche Katastrophe als ein um so geringerer Unfall zu taxiren, je länger die Destillation schon angedauert hat. Das Erwärmen wird nicht lange über den Zeitpunkt hinaus fortgesetzt, *wo kein Chlornatrium mehr in dem Entwicklungsgefässe beobachtet wird,* weil sonst eine massenhafte Bildung von schwefliger Säure eintreten würde. Vom Chlorarsenik wird bei richtiger Beschickung des Entwicklungsgefässes nur ein kleiner Bruchtheil in der Vorlage zurückgehalten. Weitaus der grössere Theil gelangt bis in den Kugel-Apparat. Hier und in der Vorlage findet aber in Folge der bei Gegenwart von Wasser oxydirenden Wirkung des Chlors eine *Ueberführung des Chlorarseniks in Arsensäure* statt. Wenn nicht zu wenig Schwefelsäure zugesetzt worden ist, wird neben dem Chlorarsenik fast nur Salzsäuregas aus dem Entwicklungsgefäss austreten. Der Inhalt des Kugel-Apparates erwärmt sich in Folge der chemischen Einwirkung des Chlorwasserstoffs auf das Wasser — das ist die Bildung der *eigentlichen Salzsäure* nach *Thomsen* — erheblich, und in der Vorlage wird während der ganzen Destillation das Fallen auch nicht *eines* Tropfens beobachtet. Dagegen wird die Quantität des in der Vorlage sich ansammelnden Destillates um so bedeutender ausfallen, je mehr Wasser im Vergleich zur Schwefelsäure in der Beschickung des Entwicklungsgefässes enthalten ist.

Nach beendigter Destillation kann man, wenn dieselbe unter *normalen* Verhältnissen stattgefunden und die Vorlage folglich sozusagen leer geblieben ist, sofort zur Untersuchung des Inhaltes des Kugel-Apparates schreiten. Zu diesem Zwecke wird derselbe in eine Kochflasche übergeführt und durch Kochen vom Chlor, welches der Lösung eine grünliche Färbung verleiht, befreit. Im Weiteren kann dann das Arsenik nach dem durch *Berzelius* so wesentlich verbesserten Verfahren von *Marsh* als *metallisches Arsenik* nachgewiesen werden, oder auch nach dem Verfahren von *Bettendorff* als *zinnhaltiges Arsenik,* vorausgesetzt, dass man schon bei der Beschickung des Apparates auf die bei diesem Verfahren nöthige Concentration der im Kugel-Apparate zu erhaltenden Salzsäure Bedacht genommen habe. Ebenso bietet es keine Schwierigkeit, das Arsenik in *Schwefelarsenik* oder nach *Levol* in *arsensaure Ammon-Magnesia* überzuführen. In letzterm Falle ist es am Besten, die Flüssigkeit in einem in ein Wasserbad eingesenkten Becherglase *bis zur völligen Trockniss einzudampfen,* dann verdünntes Ammoniak zuzusetzen, wenn nöthig, zu filtriren und schliesslich mit der bekannten Magnesiamixtur zu fällen. Aehnlich kann mit dem Inhalte, resp. dem Spülwasser aus der Vorlage verfahren werden.

Wenn es nun einerseits als ein Vorzug unserer Untersuchungs-Methode betrachtet werden muss, dass dieselbe gestattet, das Arsenik — wenn auch nicht theoretisch, doch praktisch — durch einen einzigen Process in einer Verbindungsform, der *Arsensäure,* auszuscheiden, die verschiedene

qualitative Nachweisungen und quantitative Bestimmungen zulässt, so möchte ich anderseits ein besonderes Gewicht darauf legen, dass dabei ein Apparat zur Anwendung gelangt, der von dem Augenblick an, wo er mit dem Untersuchungsobject beschickt, bis zu demjenigen, wo das Gift in eine bestimmbare Form übergegangen ist, so zu sagen ganz geschlossen ist. Denn eben darin liegt ja der Hauptgrund, warum die Nachforschung nach sehr geringen Mengen von Arsenik für eine so heikle, ja peinliche Aufgabe gehalten wird, dass man sich dabei so sehr in Acht zu nehmen hat, dass man nicht selber etwas vom gesuchten Stoff in die Analyse hineinbringe. Welche Vortheile aber in dieser Beziehung ein *geschlossener Apparat* vor einem *offenen*, eine *einfache, kurz dauernde Operation* vor einem *viel Zeit beanspruchenden System von solchen* voraus hat, das bedarf wahrlich keiner weiteren Begründung. Dagegen kann ich nicht umhin, mich hier noch über einen Punkt, dem man meiner Ansicht nach immer *noch lange nicht* die ihm zukommende Bedeutung beimisst, etwas näher auszusprechen: *die Prüfung des Apparates und der Reagentien.* Es ist bekanntlich vorgeschlagen worden (Wöhler, „Mineral-Analyse", pg. 224), nur *neue, ungebrauchte Geräthschaften* zu benützen und jedes Reagens einzeln in der Quantität von *wenigstens einer Unze* und während *wenigstens einer halben Stunde* im Apparat von Marsh auf Arsenik zu prüfen. Man sieht aber leicht ein, dass, abgesehen von den äusseren Schwierigkeiten und Hemmnissen, mit denen die Befolgung der ersten Anforderung verknüpft sein kann, und der für den Fall, dass die Reagentien rein sind, unnöthigen Umständlichkeit, die eine nothwendige Folge der Berücksichtigung der andern ist, die gewissenhafteste Befolgung beider Vorschriften dennoch keine absolute Sicherheit gewährt. Denn wenn es auch sehr wenig wahrscheinlich ist, dass eine noch nie gebrauchte chemische Geräthschaft mit Arsenik verunreinigt sei, so ist dies denn doch nicht über jedem Zweifel erhaben, und wenn man glaubt, eine halbstündige Prüfung eines Reagens im Marsh'schen Apparate sei genügend, so befindet man sich geradezu im Irrthum. Ich habe die Beobachtung gemacht, dass Salzsäure unter solchen Umständen keine wahrnehmbare Spur eines Arsenikspiegels erzeugt, während doch ein ganz merklicher nach $^5/_4$stündiger Prüfung zum Vorschein kömmt. Durch Zusatz von neuen Mengen *Salzsäure* und fortgesetztes Glühen würde man den Anflug von dem nun einmal in solcher Salzsäure, wenn auch nur in minimer Menge, vorkommenden Arsenik immer dicker und deutlicher erhalten können. Welche Garantie hat nun derjenige, welcher solche Salzsäure bei einer Untersuchung auf Arsenik verwendet, *wo die Salzsäure in Masse zur Verwendung gelangt,* wie bei dem Verfahren von *Fresenius und Babo,* oder demjenigen von *Schneider und Fyfe* nach den Modificationen von *Penny und Wallace, Liebig, Ludwig?* Bei der vorausgegangenen halbstündigen Prüfung hat er keinen merklichen Arsenikspiegel erhalten; sicherlich wird er aber — sorgfältige Arbeit selbstverständlich vorausgesetzt — einen solchen, selbst wenn im corpus delicti keine Spur dieses Giftes vorhanden wäre, bei der Endprüfung bekommen. Denn das in der *ungleich grösseren* für die Hauptuntersuchung verwendeten Menge Salzsäure vorhanden gewesene Arsenik *muss ja nothwendig durch den Gang der Untersuchung selbst concentrirt worden sein.* Was hier über die Prüfung speciell der Salzsäure gesagt ist, gilt natürlich von jedem Reagens, dessen massenhafte Verwendung für die betreffende Methode charakteristisch ist, also namentlich auch von dem Kochsalz und der Schwefelsäure, wie solche sowohl bei dem ursprünglichen Verfahren von Schneider und Fyfe, als auch bei der Modification von *Sonnenschein* und der von mir vorgeschlagenen verwendet werden. Denn das liegt ja geradezu *im Wesen* jedweder Methode der Nachforschung nach Arsenik, dass dieses, *indem es von einer grossen Masse fremder Substanz getrennt, zugleich auf ein relativ kleines Volumen eingeengt wird.*

Vollkommene Sicherheit ist auf keinem andern Wege erreichbar, *als dass der Apparat und die Reagentien vor der Hauptuntersuchung* **vollkommen gleich** *wie bei dieser behandelt, die Reagentien also auch in* **gleicher Quantität** *angewendet werden.* Einzig und allein ein solcher *Parallel-Vorversuch,* der sich von dem Hauptuntersuch lediglich dadurch unterscheidet, dass dabei das corpus delicti fehlt, ist im Stande, jene *volle Gewissenberuhigung* zu gewähren, die für den Experten nicht nur dringend wünschbar, sondern geradezu *absolut nothwendig* ist.

Soll ich zum Abschlusse der Behandlung des von mir in Vorschlag gebrachten wesentlich modificirten Verfahrens der Ermittelung des Arseniks noch *die Vortheile bezeichnen,* die daselbe gewährt, so sind es folgende:

1. Das Arsenik darf im *elementaren Zustande* oder aber *in was immer für einer chemischen Verbindungsform* — als sog. Suboxyd, arsenige Säure, Arsensäure, Arsenit, Arsenat, Schwefelarsenik — ebenso auch im Zustande *verschiedener physikalischer Zertheilung* — gelöst, ungelöst, gepulvert, in Stücken — in dem Untersuchungsobject enthalten sein, ohne dass desshalb der *Haupterfolg* eigentlich in Frage gestellt wäre. Der Einwand, dass gerade diese vielseitige Leistungsfähigkeit der Methode den Nachtheil habe, dass man nicht erfahre, in welchem Zustande das Arsenik im Untersuchungsobject enthalten sei, fällt dahin, wenn man bedenkt, dass man nicht *alles* verfügbare Material für *einen* Versuch wird verwenden wollen, und dass der Erfolg verschiedener aufeinander folgender Destillationen auf den Zustand, in dem das Arsenik vorkömmt, immerhin Licht zu werfen geeignet ist.

2. Der *wichtigste chemische Process,* die Ausscheidung von *so viel Arsenik* aus dem Untersuchungsobject, *als nöthig* ist, um die Gegenwart desselben *mit Sicherheit nachzuweisen,* vollzieht sich *in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit* (sicher innert einer Stunde).

3. Die *Verbindungsform,* in der das Arsenik *schon im Destillations-Apparat selbst* übergeht, gestattet *verschiedenerlei qualitative Nachweisungen und quantitative Bestimmungen.*

4. Das Verfahren bietet, wenn *Apparat* und *Reagentien* zuvor der von mir unbedingt verlangten *methodischen Prüfung* unterstellt worden sind, *die denkbar grösste beruhigende Gewähr, dass man den zu suchenden Stoff nicht selber in die Analyse hinein gebracht habe.*

5. Der nöthige *Apparat* ist von *einfachster* Construction und die Bestandtheile dazu *leicht zu beschaffen.*

Anhang.

Ueber den Nachweis anderer metallischer Gifte neben Arsenik.

Dragendorff bezweifelt zwar in der *zweiten* Auflage seines vortrefflichen Werkes *„Die gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften,* St. Petersburg, 1876" bei der Besprechung des Verfahrens von *Schneider und Fyfe* nicht mehr, wie er es in der *ersten* Auflage gethan, ob, selbst bei ziemlich lange fortgesetzter Destillation, die Verflüchtigung des Arseniks eine vollständige sei, bemerkt auch, dass die mitunter beobachtete Wiederbildung von Schwefelarsenik im Halse der Retorte resp. des Destillir-Apparates bei *meiner* Modification nicht vorkommen dürfte, hält aber sein früheres Bedenken aufrecht, dass der Ausscheidung allfällig vorhandener anderer giftiger Metalle die nicht unbeträchtlichen Mengen von saurem schwefelsaurem Natron, die denselben beigemengt sein würden, nicht günstig seien, und schliesst die Beschreibung meines Verfahrens mit dem Ausspruche: *„Wenn man nur Arsenik suchen will, so ist diese Methode gewiss sehr zu empfehlen."*

Indem ich selber von der Ansicht ausging, dass der Nachweis allfällig zugegener anderer giftiger Metalle wenigstens nicht mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden sein könne, und, wenn auch allerdings auf der einen Seite durch die bedeutende Quantität sauren schwefelsauren Natrons *und* die noch bedeutendere *freier Schwefelsäure* erschwert, dafür auf der andern Seite durch den Zustand *vollständiger Zerstörung,* in welchem sich die *organisirte Substanz* befindet, erleichtert sein müsse, veranlasste ich *Dr. G. Ambühl* (früher mein Schüler, damals städtischer Reallehrer, jetzt Kantonschemiker) in dieser Richtung Versuche anzustellen, welche Versuche zugleich zeigen sollten, dass die Ausscheidung des Arseniks nach dem von mir vorgeschlagenen Verfahren andern Händen nicht minder gut gelinge als den meinigen. Denn Das ist in meinen Augen ein Prüfstein für jede Methode, dass sie auch andern Männern vom Fach keine *besondern* Schwierigkeiten bereite und dadurch des Charakters einer individuellen Specialität oder gar Virtuosität entkleidet werde. Ich gebe nun im Nachfolgenden an der Hand der mir von Dr. Ambühl übergebenen schriftlichen Notizen eine kurze Darlegung dieser im Laboratorium der Kantonsschule ausgeführten Analysen.

Versuch 1. Das Entwicklungsgefäss war *beschickt* mit 20 g *Weissbrod,* 25 cm³ Wasser, 80 cm³ Schwefelsäure, 20 g Chlornatium, ferner 1) *0,025 g arseniger Säure,* 2) *0,230 g krystallisirtem schwefelsaurem Kupferoxid* und 3) *0,285 g Quecksilberchlorid.*

Die Erwärmung dauerte eine Stunde. Der Rückstand im Entwicklungsgefässe wurde mit heissem Wasser extrahirt, das Extract auf 800 cm³ verdünnt, Schwefelwasserstoff eingeleitet und die Schwefelmetalle in Salzsäure gelöst. Sodann wurde das Quecksilber mit phosphoriger Säure als Chlorür und das Kupfer mit Schwefelwasserstoff als Schwefelkupfer gefällt und letzteres in Kupferoxid übergeführt. — Die im Destillat enthaltene Arsensäure wurde nach dem oben angegebenen Verfahren als arsensaure Ammon-Magnesia gefällt.

So wurden schliesslich gefunden:

1) 0,0423 Ammonium-Magnesiumarsenat, entsprechend 0,02204 *Arsentrioxid* = *88,2*% der zugesetzten Menge,
2) 0,0809 Hydrargyrochlorid, entsprechend 0,0929 *Hydrargyrichlorid* = *32,6*% der zugesetztenMenge, und
3) 0,0675 Cuprioxid, entsprechend 0,2120 kryst. *Cuprisulfat* = *92,2*% der zugesetzten Menge.

Versuch 2. Beschickung: 33 g vom *Mastdarm* eines Ochsen, 65 cm³ Schwefelsäure, 15 g Chlornatrium, ferner *1) 15 cm³* einer wässerigen Lösung, *die im cm³ 0,000982 g arsenige Säure* enthielt, *2) 0,263 g* krystallisirtes *essigsaures Bleioxid,* und *3) 0,341 g* krystallisirtes *schwefelsaures Zinkoxid.*

Die Destillation dauerte diesmal nur eine halbe Stunde. Der Rückstand wurde wieder mit heissem Wasser ausgezogen und der Auszug auf 800 cm³ verdünnt, hierauf mit siedender Sodalösung gefällt, der Niederschlag mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, das Gelöste nochmals, zum Zwecke der Fällung des Zinks, mit einer siedenden Lösung von kohlensaurem Natron versetzt, das Ungelöste dagegen, vereint mit dem eingeäscherten ersten Extractions-Rückstande, mit siedender concentrirter Sodalösung aufgeschlossen, das entstandene kohlensaure Bleioxid in Salpetersäure gelöst und schliesslich mit Schwefelsäure gefällt.

So wurden gefunden:

1) 0,0268 g Ammonium-Magnesiumarsenat, entsprechend 0,01396 *Arsentrioxid* = *94,8*% der zugesetzten Menge,
2) 0,1041 g Plumbumsulfat, entsprechend 0,1302 kryst. *Plumbumacetat* = *49,5*% der zugesetzten Menge, und
3) 0,0927 Zinkoxid, entsprechend 0,3280 kryst. *Zincumsulfat* = *96,2*% der zugesetzten Menge.

Versuch 3. Beschickung: 0,2986 g Quecksilberchlorür, 0,4185 g krystallisirtes *essigsaures Bleioxid,* im Uebrigen, abgesehen vom Zink, Alles wie beim vorigen Versuche.

Nachdem die Destillation 50 Minuten lang unterhalten war, fanden sich im Entwicklungsgefässe die drei Stücklein, in denen das Quecksilberchlorür zugesetzt worden war, vollkommen intact vor (sie wogen 0,2983 g). In das wieder auf 800 cm³ gebrachte Filtrat vom Destillations-Rückstande wurde Schwefelwasserstoff eingeleitet, der Niederschlag in Salpetersäure gelöst und die Lösung wieder mit Schwefelsäure gefällt. Der unlösliche Rückstand dagegen wurde eingeäschert und dann wie bei Versuch 2 in reines Sulfat übergeführt.

Gefunden:

1) 0,0280 g Ammonium-Magnesiumarsenat, entsprechend 0,01459 *Arsentrioxid* = *99,0*% der zugesetzten Menge,

2) 0,0900 Plumbumsulfat, entsprechend 0,23766 kryst. *Plumbumacetat* = *56,8*% der zugesetzten Menge, wovon 1,5% aus dem Filtrate und 55,3% aus dem unlöslichen Rückstande stammend.

Versuch 4. Beschickung: 30 g *Ochsenleber,* 70 cm³ Schwefelsäure, 15 g Chlornatrium, ferner *1) 15 cm³* von der bei Versuch 2 angegebenen *Lösung von arseniger Säure* und *2) 0,4047 g pulverisirtes Quecksilberchlorür.*

Nach einer Destillation von 55 Minuten wurde der Rückstand mit heissem Wasser extrahirt, in das auf 800 cm³ gestreckte Extract Schwefelwasserstoff eingeleitet, der Niederschlag in Königswasser gelöst und nochmals mit Schwefelwasserstoff gefällt. Der unlösliche Rückstand dagegen wurde in Wasser suspendirt und zuerst Chlor und dann nach vorausgegangener Filtration Schwefelwasserstoff eingeleitet.

Gefunden:

1) 0,0266 g Ammonium-Magnesiumarsenat, entsprechend 0,01386 *Arsentrioxid* = *94,1*% der zugesetzten Menge,

2) 0,3418 Hydrargyrisulfid, entsprechend 0,3993 *Hydrargyrochlorid* = *98,7*% der zugesetzten Menge.

Versuch 5. Beschickung: 20 g *Weissbrod,* 80 cm³ Schwefelsäure, 20 g Chlornatrium, ferner *1) 25 cm³* der *Arsenik-Lösung* und *2) 0,2652 g Zinn,* als Chlorür.

Nachdem die Erwärmung erst 25 Minuten gewährt, trat Uebersteigen ein, wesshalb der Versuch unterbrochen werden musste. Dennoch war derselbe in der Hauptsache gelungen. Denn es wurden, nachdem in das wässrige Filtrat des Rückstandes Schwefelwasserstoff eingeleitet und das gebildete Zinnsulfür durch Salpetersäure in Zinnoxid übergeführt worden war,

Gefunden:

1) 0,0460 g Ammonium-Magnesiumarsenat, entsprechend 0,02397 *Arsentrioxid* = *97,6*% der zugesetzten Menge, und

2) 0,3133 Stannioxid, entsprechend 0,2465 *Stannum metallicum* = *92,9*% der zugesetzten Menge.

Versuch 6. Beschickung: 30 g *Schweinemagen,* 70 cm³ Schwefelsäure, 15 g Chlornatrium, ferner *1) 15 cm³ Arseniklösung* und *2) 0,2506 g Brechweinstein.*

Obgleich bei diesem Versuche das Destillat nicht weiter untersucht wurde, bietet er doch insofern Interesse, als im Rückstande nach zweimaliger Fällung mit Schwefelwasserstoff und Oxydation durch Salpetersäure 0,0926 Stibtetroxid, entsprechend 0,2009 *Kaliumstiboxyltartrat* = *80,2*% der zugesetzten Menge wiedergefunden worden sind.

Wir sehen, die *Ambühl'*schen Versuche bieten, was von ihnen in Aussicht genommen war: sie sind für's Erste eine schöne Bestätigung eines Theiles meiner frühern Versuche, indem sie zeigen, wie schnell, vollständig und verhältnissmässig leicht das als arsenige Säure vorkommende Arsenik nach der von mir angegebenen Modification des Verfahrens von Schneider und Fyfe von einem grossen Ueberschusse organischer Substanz befreit werden kann, für's Zweite beweisen sie aber auch, dass es bei diesem Verfahren, trotz des störenden Vorkommens einer so bedeutenden Menge von saurem schwefelsaurem Natron und ganz freier Schwefelsäure, doch gelingt, die wichtigsten andern giftigen Metalle in solcher Quantität auszuscheiden, dass es kaum denkbar ist, es könnte je ein solches, wenn auch nur in geringer Menge zugegen, dem darnach Forschenden ganz entgehen.

9.

Der Apparat zum schnellsten und sichersten Nachweise des Arseniks in forensischen Fällen

ist bereits in meiner oben citirten ersten Abhandlung über den Nachweis des Arseniks angekündigt, aber ausdrücklich nur als *Vorlesungs-Apparat.* In der That beabsichtigte ich mit demselben ursprünglich nicht mehr als eine möglichst anschauliche und überzeugende Demonstration des verwickelten chemischen Processes, wobei der Apparat „an seinem einen Ende das Arsenik als arsenige Säure aufnimmt und, nachdem er es zuerst den Stoffwechsel in Chlorarsenik und dann in Arsenwasserstoff hat durchmachen lassen, schliesslich am andern Ende als metallisches Arsenik wieder abgibt, und das Alles innert einer Stunde". Indem ich nun bestrebt war, das Experiment dadurch noch instructiver zu machen, dass ich eine sehr grosse Masse fremder organischer Substanz, als Begleiterin des Arseniks, mit einlud, dass ich ferner die Menge des letzteren bis auf 1 mg arsenige Säure reducirte, dass ich endlich auch die methodische Prüfung von Apparat und Reagentien, auf welche ich so grosses Gewicht lege, mit in den Rahmen des Experimentes hineinzog, näherte ich mich den praktischen Verhältnissen, wie sie bei einem Vergiftungsfalle vorkommen, immer mehr, gelangte dabei aber zugleich zur Ueberzeugung, dass meine *über meinen eigenen Apparat,* jedoch mit einem Seitenblicke auf *Selmi,* welcher nach der von *H. Schiff* der deutschen chemischen Gesellschaft (5, 289) übermachten Correspondenz einen ähnlichen Apparat zur Auffindung kleiner Mengen Arsenik angegeben hat, über dessen Construction aber Schiff nichts mittheilt sondern diesfalls auf die (mir nicht zugänglichen) Acten der Akademie in Bologna verweist, gemachte Bemerkung, dass ein solcher combinirter Apparat, weil wesentlich für Vorlesungszwecke berechnet, gerade desshalb nicht zugleich auch für Ernstfälle geeignet sein könne, auf einer falschen Voraussetzung beruhe. Denn wenn es auch im Allgemeinen nicht bestritten werden kann, dass die Construction von Apparaten zum Zwecke der *Demonstration,* also von *Lehrmitteln,* mit Rücksicht auf die gänzliche Verschiedenheit des angestrebten Zieles, eine wesentlich andere sein müsse, als diejenige von Apparaten zum Zwecke der *Forschung,* also von eigentlichen *wissenschaftlichen Apparaten,* so ist doch die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen, dass ein und derselbe Apparat in beiden Richtungen benützt werden könne, wenn auch zweifelsohne in der

einen Richtung mit mehr Vortheil als in der andern. Und dieser Fall tritt nun bei meinem Apparate wirklich ein und zwar in dem Sinne, dass derselbe *in der Form, die er schliesslich erhalten hat,* in erster Linie für die Auffindung des Arseniks in Ernstfällen sich empfiehlt und erst in zweiter Linie für Vorlesungszwecke, in welcher Beziehung er doch an Lector, Assistent und Auditorium Anforderungen stellt, die über die allgemein gewohnten etwas hinausgehen. Ich bin also von meiner ursprünglichen Meinung, dass ein solcher combinirter Apparat nothwendig zunächst für Veranschaulichungszwecke berechnet sei, auf dem langgestreckten Wege einer in der Ausführung sehr zahlreicher Experimente mit fortwährend wechselnden Einzelheiten bestehenden Erfahrung gründlich abgekommen, wie denn auch aus der aphoristischen Notiz von Schiff keineswegs hervorgeht, dass Selmi seinen Apparat überhaupt für Veranschaulichungszwecke habe benützen wollen. Gehen wir nach diesem „peccavi", von welchem ich mich unmöglich dispensiren durfte, nunmehr zur *Beschreibung meines Apparates* über, welcher auf Taf. 7, als Handskizze behandelt, in $^1/_6$ der natürlichen Grösse abgebildet ist.

Eine dünnwandige, am besten böhmische Kochflasche, die bis zum Halse ca. 350 cm³ fasst, steht auf einem Ringe des *ersten Stativs* ohne Drahtnetzunterlage und zwar in solcher Höhe über einem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner, dass, wenn die Flamme desselben auf 6 cm gestellt ist, deren Spitze immer noch nicht den Boden der Flasche berührt. Diese Kochflasche dient als *Entwicklungsgefäss für den Chlorwasserstoff,* im weiteren Verlaufe unserer Beschreibung und Erörterung kurzweg als „Entwicklungsgefäss" bezeichnet. Auf sie ist ein einfach durchbohrter Kork aufgesetzt, welcher von tadelloser Qualität, dicht schliessend und doch leicht aufsetzbar und abnehmbar sein muss. In dem Korke steckt eine Glasröhre, die im Licht 7 mm weit ist und um einen Winkel von beiläufig 135° gebogen ist. Sie steht mit Hülfe eines Kautschukschlauches in Verbindung mit einer gleichcalibrigen andern Glasröhre, die aber einen Winkel von blos ungefähr 45° (Suppl. zu 135; also gerade umgekehrte Winkelvertheilung als wie beim ersten Arsenik-Apparat) einschliesst, in der obern Hälfte ihres langen Schenkels zu drei Kugeln von beiläufig $2^1/_2$ cm Durchmesser ausgeblasen ist und in der untern Hälfte durch den auf die *Wasserstoff-Entwicklungsflasche* aufgesetzten Kork hindurch bis unter die halbe Höhe der Flasche hinabreicht. Es ist durchaus wesentlich, dass der beide Glasröhren verbindende Kautschukschlauch dickwandig und zwischen den Enden der beiden Glasröhren, an welche er nicht nur einfach angestülpt sondern zugleich auch noch beidseits angeschnürt ist, einige cm lang sei, ähnlich wie bei meinem ersten Arsenik-Apparate. Die schon vor der Zusammenstellung des Apparates mit 80—100 g granulirtem, *völlig arsenfreiem Zink* und 40, resp. 50 cm³ destillirtem Wasser beschickte Wasserstoff-Entwicklungsflasche, im Folgenden kurzweg „Wasserstoffflasche" genannt, ist ein verhältnissmässig hoher Glascylinder, welcher bis zum Halse ca. 150 cm³ fasst. Der Hals ist nach unten schwach konisch verjüngt. Durch die zweite Durchbohrung seines Korkstopfens geht ebenfalls eine Glasröhre mit drei Kugeln und 45grädigem Bugwinkel hindurch, endigt aber mit ihrem unten abgeschrägten Ende schon dicht unter dem Kork. Ihr oberer, kürzerer Schenkel steht durch einen kurzen Kautschukschlauch in Verbindung mit einem kleinen *Kalihydratrohr* und dieses mit seinem angeblasenen dünnen Stiele unter einem stumpfen Winkel (ca. 135°) mit dem entsprechenden Stiele eines um weniges längeren *Chlorcalciumrohres.* Dieses wird durch eine federnde Klammer am *dritten Stativ* festgehalten, wie die Wasserstoffflasche, welche überdies auch noch durch die Bodenplatte unterstützt ist, durch eine Klammer am *zweiten Stativ.* Am *vierten Stativ* endlich ist eine *rostartige Vorrichtung* mit vier je $10^1/_2$ cm von einander abstehenden und $^1/_2$ cm breiten einarmigen Hauptträgern und einem um ein Drittel näher angebrachten schwächeren Nebenträger festgeschraubt. Die nahezu an den Enden dieser Träger eingeschnittenen rundlichen Vertiefungen dienen nun als bequemes und sicheres Lager für die *Glühröhre,* welche aus möglichst schwer schmelzbarem, ächt böhmischem Glase besteht, 55 cm lang, *nur 3 mm im Licht weit,* 1 mm wandstark, am äusseren Ende zu einer kleinen Oeffnung ausgezogen, am inneren Ende mit Hülfe eines kurzen Kautschukschlauches mit der gleichcalibrigen Ansatzröhre des Chlorcalciumrohres in Verbindung ist. Am vierten Stativ sind zugleich *die für zwei gewöhnliche Bunsen'sche Brenner nöthigen Träger* angebracht. Man kann hiezu zwei Gabeln verwenden, vorausgesetzt, dass man über zwei ungleich hohe Brenner verfüge, deren Höhendifferenz übereinstimmt mit derjenigen der beiden Gabelmuffen; oder aber man bringt, wie es unsere Figur zeigt, nebst einer Gabel noch einen gewöhnlichen Tragring kleinen Formates mit drei radial einwärts vorspringenden Stützpunkten an, wo dann Brenner von gleicher Höhe, unbeschadet der gleichen Höhenlage der beiden Glühflammen, verwendet werden können.

Wir wollen nun den Versuch beschreiben, wie er als *Vorlesungs-* oder auch als *Uebungsversuch* ausgeführt wird.

Wir setzen voraus, es sei der ganze Apparat zusammengefügt *bis auf die Verbindung zwischen dem Entwicklungsgefäss und der Wasserstoffflasche.* Das Ausflussrohr des ersteren hänge sammt Kork an dem Einflussrohr der letzteren herunter, während das *jetzt noch leere* Entwicklungsgefäss auf dem Tische steht. Dort hat man ferner aufgestellt:

1) einen Messcylinder mit *78 cm³ destillirtem Wasser;*

2) einen grösseren Messcylinder mit *200 cm³ arsenfreier Schwefelsäure,* an welchem Cylinder der Theilstrich *100 cm³* durch Aufkleben eines nachträglich paraffinirten Papierstreifens augenfällig gemacht ist;

3) ein Porcellanschälchen, enthaltend *sechs* Stück 16 mm im Durchmesser haltende *Kugeln geschmolzenen Kochsalzes,* welchen ein Gesammtgewicht von *gegen 24 g* zukommen wird, oder aber in zwei Schälchen vertheilt je das halbe

Gewicht in nach jeder Dimension möglichst grossen (also selbstverständlich wenig zahlreichen, blos 2—3) Stücken;

4) eine Porcellanschale, enthaltend *100 g* in grobe Stücke zerschnittene *Ochsenleber;*

5) eine Flasche mit einer Lösung *arseniger Säure,* die *im cm³ 1 mg* enthält, nebst einer *1 cm³-Pipette;* oder aber *1 mg fester arseniger Säure* in einem Uhrglase nebst einem kleinen, kurzhaarigen *Pinsel;*

6. eine *grosse flache* Schale aus Porcellan oder Steingut;

7. eine *mittelgrosse* Schale, ebenfalls aus Porcellan oder Steingut;

8. ein kleines *Kissen,* aus einem mehrfach zusammengelegten Handtuch formirt.

Die *Heiz*flamme ist auf eine Höhe von *3 cm* gestellt und *eine* der beiden *Glühflammen* auf eine solche von *12 cm.*

Wir beginnen das Experiment damit, dass wir die 78 cm³ destillirtes Wasser in das Entwicklungsgefäss giessen, darauf, unter gleichzeitiger drehender Bewegung des letzteren, allmälig, doch nicht zu langsam, 100 cm³ Schwefelsäure zumischen und endlich, bei schiefer Stellung des nunmehr auf dem Kissen ruhenden Entwicklungsgefässes, drei Kochsalzkugeln dem Halse desselben nach hinunterrollen lassen. Da die Temperatur der Mischung von Schwefelsäure und Wasser auf gegen 120° C. gekommen ist, so wird sofort nach dem Zusatze der Kugeln eine lebhafte Entwicklung von Chlorwasserstoff eintreten. Wir beeilen uns desshalb, das Entwicklungsgefäss an den Kork zu setzen und auf den Ring zu stellen. Dies Alles ist in Zeit *einer Minute* oder von wenig mehr ausgeführt. Der in die Wasserstoffflasche vordringende Chlorwasserstoff wird, kaum vom Wasser, in welches das Zuleitungsrohr eintaucht, aufgenommen, sofort das Zink angreifen und so in kürzester Zeit eine ebenso lebhafte Entwicklung von Wasserstoff bewirken. *Wir werden desshalb schon drei bis vier Minuten nach Beginn des Versuches das Wasserstoffflämmchen am Ende der Glührohre anzünden und die Glühflamme placiren können.* Letzteres geschieht aber an keiner der beiden in unserer Abbildung bezeichneten Stellen, sondern unter dem Zwischenraume zwischen dem äussersten und zweitäussersten *Hauptträger.* Von der geglühten Stelle an wird also die Glührohre bis zu ihrer eigenen Brenneröffnung noch *zwei* feste Stützpunkte haben, einen auf dem äussersten Hauptträger und einen auf dem Nebenträger. Man sucht nun die ganze Gasentwicklung möglichst in die Länge zu ziehen, und wird desshalb die Heizflamme erst dann unter das Entwicklungsgefäss stellen, wenn drohende Gefahr zum Zurücksteigen aus der Wasserstoffflasche in das Entwicklungsgefäss eingetreten ist. Man wird die Heizflamme auch wieder wegnehmen, sobald diese Gefahr vorüber ist. Es hat sich also die Aufmerksamkeit des Experimentators wesentlich auf *die Vorgänge in der Wasserstoffflasche* und auch auf das *Wasserstoffflämmchen* zu richten. *Zurücksteigen* in der ersteren und *zu bedeutende Ausdehnung* (über 1 cm) des letzteren bilden das Signal zu entgegengesetzten Operationen, d. h. zur Placirung oder aber zur Deplacirung der Heizflamme. Bei richtiger Leitung des Processes ist es sehr wohl möglich, denselben auf *22 Minuten* von dem Augenblick an, wo die Glühflamme placirt worden ist, auszudehnen. Es kann auch noch einige Minuten länger gehen. Doch sind 22 Minuten ausreichend, weil man für den nachfolgenden Hauptversuch *höchstens* so viel Zeit nöthig haben wird, *und für die Dauer des Vorversuches einfach der Grundsatz gilt, dass dieselbe jedenfalls nicht kürzer sei als diejenige des Hauptversuches.*

Nach Beendigung des Vorversuches nehme man das Entwicklungsgefäss vom Korke weg und giesse den Inhalt desselben in die mittelgrosse leere Schale, um nun sogleich zu den ersten Operationen für den Hauptversuch überzugehen. Man kann vorher die Glühflamme wegnehmen; ich halte es aber für besser, es nicht zu thun. Denn dadurch, dass das Glühen während dieser Zwischenperiode fortgesetzt wird, erfährt der Voruntersuch, da die ihm angehörende Wasserstoff-Entwicklung noch keineswegs ganz aufgehört hat, eine werthvolle Verlängerung von einigen Minuten, während Gefahr für Explosion, bewirkt durch Eindringen von Luft in den Apparat, wie wir bald sehen werden, keine vorhanden ist. Man beginne also mit dem Hauptversuche, indem man die Leberstücke in das Entwicklungsgefäss bringt und unmittelbar darauf das mg arsenige Säure beifügt. Der Zusatz der 100 cm³ Schwefelsäure erfolge in mehreren (wenigstens fünf) Portionen, wobei zwischenhinein das Entwicklungsgefäss in die bekannte drehende Bewegung gebracht wird. Diese Neubeschickung des Entwicklungsgefässes kann in *zwei Minuten* vollbracht sein. Nun wird dasselbe über die Heizflamme gehalten, abwechselnd ruhig und dann in langsamer Runddrehung um die eigene Axe. Bald wird man ein eigenthümliches knallendes Geräusch vernehmen, welches den Beginn der Reaction, die nun zwischen Schwefelsäure und Lebersubstanz sich vollzieht, bezeichnet. Erst nachdem diese angefangen hat, recht lebhaft zu werden, wird das Entwicklungsgefäss von der Flamme entfernt und unter fortwährender drehender Bewegung desselben das Ende der Reaction abgewartet. Die hiezu nöthige Zeit ist eine ziemlich ungleiche je nach der, nach meinen Erfahrungen erheblich variirenden, Beschaffenheit der Leber und auch der Art der Behandlung. Was nun die letztere betrifft, so halte ich es für vortheilhaft, *den Verlauf der Reaction möglichst zu beschleunigen, also, wie oben gesagt ist, das Entwicklungsgefäss nicht eher von der Heizflamme wegzunehmen, als bis die Reaction recht lebhaft im Gange ist.* Wie lebhaft, ja stürmisch sich dann auch der weitere Verlauf derselben gestalte, es ist damit, insofern das Entwicklungsgefäss in der nöthigen drehenden Bewegung und zugleich in senkrechter Stellung gehalten wird, keine Gefahr verbunden. Bei den vielen Dutzenden von Versuchen, die unter meinen Augen vor sich gegangen sind, ist es kein einziges Mal vorgekommen, dass das Entwicklungsgefäss — und mochte auch das krachende Getöse der Reaction noch so lebhaft und für Denjenigen, welcher das Experiment zum ersten Male mit ansah, be-

ängstigend sein — einen Sprung erhalten hätte. Immerhin steht mit Rücksicht auf diese Eventualität eine grössere flache Schale, in welche dann das Entwicklungsgefäss hineingestellt würde, in Bereitschaft. Man wird natürlich, wenn man eine grössere Reihe von Versuchen anzustellen beabsichtigt, wo möglich stets das gleiche Entwicklungsgefäss benützen, wie denn jeder erfahrene Chemiker einem wiederholt gebrauchten Glasgegenstand, als in chemischer und mechanischer Hinsicht mehr Vertrauen erweckend, den Vorzug vor einem neuen geben wird. Zwar mag es auch für das Glas, ähnlich wie für das Schmiedeisen, eine Zeit geben, wo in Folge der berüchtigten molecularen Veränderungen seine Festigkeit abgenommen hat. Allein ganz abgesehen davon, dass dies keineswegs erwiesen, ja von vorneherein, im Hinblick auf die grosse natürliche Verschiedenartigkeit der beiden hier mit einander verglichenen Substanzen, nicht einmal wahrscheinlich ist, so ist zu bedenken, dass bei der sprüchwörtlich gewordenen Zerbrechlichkeit des Glases kaum erwartet werden darf, es werde je ein Glasgegenstand jene Zeit erleben und statt, wie es sonst zu geschehen pflegt, irgend einmal ohne eigene Schuld zu „verunglücken“, vielmehr während des Dienstgebrauches der eigenen Schwäche zum Opfer fallen. Halten wir uns also auch hier an das Gebot: „Ehret das Alter“, wenn dabei auch allerdings statt des selbstlosen Motivs der Pietät nur das selbstische der Utilität bestimmend ist. — Auch Das ist bei dem Verfahren, *wie es oben beschrieben ist,* nie vorgekommen, dass während des Verlaufes der Reaction etwas vom Inhalte des Entwicklungsgefässes herausgespritzt wäre. Doch ist auch auf diese Eventualität durch die senkrechte Haltung des Entwicklungsgefässes gebührend Rücksicht genommen.

Mehr als *vier Minuten* sollte die Reaction jedenfalls nicht in Anspruch nehmen. Man darf mit um so mehr Sicherheit in dem eingetretenen Ruhezustande die Vollendung der Reaction erblicken, ein je unzweideutigeres Austoben demselben vorangegangen ist. Wir bringen nun die drei Kochsalzkugeln hinein, um dann ungesäumt das Entwicklungsgefäss an den Kork und auf den Ring zu setzen und unmittelbar darauf die vom Vorversuche her bereits placirte Glühflamme durch Drehung ihres Gabelträgers einwärts vom äussersten Zwischenraum zwischen den Hauptträgern unter den innersten zu schieben, ferner die zweite, beim Vorversuche nicht benützte Glühflamme unter dem mittleren Zwischenraume zu placiren, wie Beides in der Zeichnung dargestellt ist, und endlich das ausgegangene Wasserstoffflämmchen wieder anzuzünden. Schon *zwei Minuten* nach dem Moment, wo das Entwicklungsgefäss an den Kork gesetzt ist, wird die erste Spur des ersten, d. h. des *inneren* Arsenikspiegels erkennbar sein, und bald darauf werden wir, während der erste Spiegel rasch anwächst, auch die beginnende Spur des zweiten, d. h. des *äusseren* Spiegels wahrnehmen. Flecken auf Porcellan dagegen werden wir bei der oben angegebenen Arsenikmenge von nur 1 mg und bei der Aufstellung einer zweiten Glühflamme keine erhalten, sowie denn auch das an der Spitze der Glührohre brennende Flämmchen durchaus das Aussehen eines reinen Wasserstoffflämmchens haben wird.

Nachdem wir von dem Augenblick an, wo beide Glühflammen placirt sind, die Destillation (für welche die gleichen Regeln gelten, wie beim Vorversuch, nur dass, um Uebersteigen zu verhüten, die mehrfach erwähnte drehende Bewegung des Entwicklungsgefässes wenigstens während der ersten Hälfte dieser Destillation fast unausgesetzt unterhalten werden muss) höchstens 22 Minuten unterhalten haben, nehmen wir das Entwicklungsgefäss vom Korke weg, beseitigen die vordere Glühflamme, ziehen die Glührohre in der innern Glühflamme aus und schmelzen sie schliesslich an beiden Enden zu. Wir haben nun eine Glasröhre mit einem stärkeren und einem schwächeren Arsenikspiegel, beide zusammen herrührend von nur *einem Milligramm arseniger Säure* (= 0,76 = ca. $^3/_4$ mg *metallischem* Arsenik), *welche aus der hunderttausendfachen Menge fremder Substanz heraus in Zeit von weniger als einer halben Stunde durch die Zwischenverbindungen von Chlorarsenik und Arsenwasserstoff hindurch in die beweiskräftige Form des metallischen Arseniks übergeführt worden ist.* In der ersten Hälfte *derselben Stunde* ist aber der *Apparat* und die *Reagentien* ganz der gleichen Prüfung unterstellt gewesen wie nachher mit denselben das Untersuchungsobject, und ist dabei, wie die gleiche Glasröhre an der betreffenden Stelle zeigt, kein Arsenikspiegel erhalten worden. Unsere Glasröhre bringt also nicht blos zur Anschauung, *dass Arsenik gefunden ist, sondern auch, dass dieses Arsenik aus absolut nichts Anderem denn aus dem corpus delicti, hier der Leber, herstammen könne.* Denn der *Apparat* ist ja bei Hauptversuch und Prüfungsversuch *einer und derselbe*, ebenso ist es das *gleiche Zink,* die *gleiche Schwefelsäure,* das *gleiche Wasser.* Es ist auch das *gleiche Kochsalz,* vorausgesetzt, dass die für die beiden Versuche verwendeten Kugeln *von der gleichen Schmelzung herrühren,* worauf man natürlich Bedacht zu nehmen hat.

Warum verwenden wir aber für unsern Versuch gerade die Leber? Weil, wenn im Ernstfalle die Gegenwart eines Giftes in diesem Organ nachgewiesen, dann zugleich auch bewiesen ist, nicht nur, dass jenes Gift in den betreffenden Organismus hineingekommen, sondern auch, dass es *zur Wirkung gelangt ist.* Denn nichts werden wir in der Leber finden, was nicht vorher im Blute, im Kreislaufe des Stoffwechsels gewesen wäre. Es ist also, wenn die Frage gestellt ist, ob der eingetretene Tod wirklich als *die Folge einer stattgefundenen Arsenikvergiftung* aufgefasst werden müsse, richtiger und entscheidender, wenn die *Leber,* als wenn der *Magen* zum Untersuchungsobjecte gemacht wird. Denn in den Magen könnte das Arsenik auch kurz vor oder nach dem — vielleicht aus einer ganz anderen Ursache eingetretenen — Tode gelangt sein, sicherlich aber nicht in die Leber. — Unserer Vorschrift, wonach beim Vorversuch 78 cm³ Wasser in's Entwicklungsgefäss gebracht werden, liegt die Annahme zu Grunde, die Leber enthalte 77 % Wasser (nach v. Bibra,

„chemische Fragmente," etc., Braunschweig 1849, 77,17%), die für den Hauptversuch verwendeten 100 g folglich 77 cm³, zu welchen dann noch ein weiteres cm³ in Form der Lösung der arsenigen Säure hinzukömmt.

Für das Gelingen des Versuches *auch in negativem Sinne,* dass also bei dem *Vorversuche* kein Arsenikspiegel erhalten werde, ist es natürlich wesentlich, dass die *Schwefelsäure* und das *Zink* vollkommen arsenikfrei sind. Dass sie aber auch frei von anderen Metallen seien, ist, was das Zink betrifft, nur mit Bezug auf das *Antimon* (Kupfer dürfte ja ohnehin kaum je vorkommen), und was die Schwefelsäure angeht, nur mit Bezug auf solche Metalle, auf die man im Weitern noch zu reagiren gedenkt, unbedingt nothwendig. Der gewöhnliche Gehalt des Zinks an *Blei, Eisen* und *Kohlenstoff* wirkt sogar insofern günstig, als dadurch bekanntlich eine kräftigere Wasserstoffentwicklung bewirkt wird. Hat man indess chemisch reines Zink, welches immerhin am meisten zu empfehlen ist, so erreicht man dasselbe, indem man ein wenig *Platinchlorid* in die Wasserstoffflasche bringt. Statt Platinchlorid schwefelsaures Kupferoxid zu nehmen, erscheint nach *A. Gautier* (Jahresbericht pro 1875, pg. 938, aus Bull. soc. chim. [2] 24, 250) verwerflich, weil hiedurch eine erhebliche Menge von Arsenik zurückgehalten werde. Um beim Vorversuch keine Spur eines Arsenikspiegels zu erhalten, ist es auch durchaus nöthig, die zu verwendenden *Körke* und *Kautschukschläuche* auf das Sorgfältigste zu reinigen und *nur noch nie gebrauchte Trockenröhren, wenigstens nur ein ganz frisches Kalirohr, zuzulassen.* Handelt es sich dagegen blos um Uebungsversuche, wo einen ein geringer, von entschieden weniger als 1 mg arseniger Säure herrührender Arsenikspiegel nicht geniren wird, so kann man das gleiche Kalirohr wohl ein Dutzend Mal und das Chlorcalciumrohr noch häufiger benützen.

Um die Entwicklung des Chlorwasserstoffs und damit auch die davon direct abhängige des Wasserstoffs sicher in der Gewalt zu haben, gibt es kein besseres Mittel als die *Verwendung geschmolzenen Kochsalzes in Form und Grösse von Flintenkugeln.* Denn die Kugel ist ja diejenige Körperform, welche bei gegebenem Volumen die kleinste Oberfläche besitzt. Die kleinste Oberfläche besitzen, heisst aber hier die kleinste Angriffsfläche darbieten. Es gibt nun ein Mittel, den Angriff auf die Kochsalzkugeln noch mehr zu moderiren und damit den Process noch mehr in die Länge zu ziehen. Es besteht darin, dass man die Kugeln mit einem innig zusammengeriebenen Gemenge von Graphit und Leinölfirniss, welches so warm aufgetragen wird, als es die Finger vertragen, bestreicht und dann bis zum völligen Trockenwerden an einem warmen Orte mit Luftzug, aber doch thunlich vor Staub geschützt, liegen lässt. Die Kochsalzkugeln erhalten so einen schützenden Panzer, welcher die Wirkung der Schwefelsäure wesentlich verlangsamt, so dass die Chlorwasserstoff- und Wasserstoffentwicklung während des Verlaufes des Processes eine entschieden gleichförmigere ist. Will man von *Panzerkugeln* Gebrauch machen, so wird man beim Vorversuch zwei solche nebst einer nackten Kugel, beim Hauptversuch umgekehrt zwei nackte Kugeln nebst einer Panzerkugel oder lieber lauter nackte Kugeln verwenden. Wenn nun die Panzerkugeln unzweifelhaft einen Vortheil gewähren, welcher sie namentlich für Uebungsversuche empfehlen dürfte, so liegt doch in ihrem Gebrauch eine nicht gerade nothwendige Complication des Verfahrens und, was wichtiger ist, eine Quelle möglicher Verunreinigung und damit des Missglückens des Vorversuches. Ich könnte desshalb der Verwendung von Panzerkugeln im Ernstfalle nicht gerade das Wort reden. Was die Anfertigung der Kochsalzkugeln betrifft, so findet man in den Zeughäusern hie und da noch eiserne oder broncene *Kugelmodelle,* die den Guss von 6—24 Stück Kugeln auf einmal gestatten. Ich mache meine Fachgenossen auf diese Gelegenheit aufmerksam mit dem Beifügen, dass, wer sich nicht bald nach diesen alten Werkzeugen umsieht, kaum mehr solche bekommen dürfte. Denn rasch schreitet unsere Zeit und erbarmungslos, oft sogar voreilig schnell, wirft sie die ihr nicht mehr passenden oder nicht mehr zu passen scheinenden Werke der Väter bei Seite. Im letzten Jahrzehnd muss, meinen Erkundigungen zu Folge, wenigstens in der Schweiz, die übergrosse Mehrzahl dieser Modelle die Wanderung unter das alte Eisen angetreten haben.

Zur Verdeutlichung des Details eines Verfahrens taugt nichts besser als die genaue Darlegung einiger *concreter Fälle,* bei denen dasselbe angewandt worden ist. Da ich nun die Gewohnheit hatte, bei jedem angestellten Versuch ein kurzes Protokoll aufzusetzen (in einigen Fällen auch etwa durch einen Schüler aufsetzen zu lassen), so theile ich im Folgenden zwei solche von mir geführte Protokolle mit, welche sich auf zwei ziemlich von einander abweichende Fälle beziehen.

A. Ein Versuch mit Panzerkugeln.

Die Wasserstoffflasche ist mit 100 g Zink und 50 cm³ Wasser beschickt. 40 cm³ hätten das Zink kaum bedeckt.

Minuten seit Beginn des Vorversuchs	*Jeweilen vorgenommene Operationen, resp. beobachtete Vorgänge.*
1	Die Beschickung des Entwicklungsgefässes für den *Vorversuch* mit *Wasser, Schwefelsäure* und den *drei Kochsalzkugeln* ist beendet und das Gefäss an den Kork gesetzt.
4	Anzünden des Wasserstoffflämmchens und Placiren der Glühflamme. Es bildet sich ein schwacher Wasseranflug im vordersten Theile der Glührohre, welcher jedoch 1½ Minuten später wieder verschwunden ist. Wasserstoffflämmchen sehr correct. Die zwei Panzerkugeln, welche tapfer widerstehen, schwimmen oben auf der Flüssigkeit. Die Schwefelsäure greift sie nur an gewissen Punkten an und arbeitet hier nach Innen, während die schwarze Hülle fast ganz zusammenhängend bleibt.

Minuten seit Beginn des Vorversuchs

9 Weil das Wasserstoffflämmchen sehr klein geworden ist, wird die Heizflamme unter das Entwicklungsgefäss gestellt.

10½ Das Wasserstoffflämmchen erlischt, darum wird die Heizflamme verstärkt.

12 Das Wasserstoffflämmchen muss zum zweiten Male neu angezündet werden.

13 Die eine Panzerkugel ist beinahe ganz aufgezehrt. Ihr schwarzer Balg schwimmt auf der Oberfläche der Flüssigkeit; die andere dagegen ist noch ziemlich gut erhalten.

16 Von letzterer ist immer noch ein Rest vorhanden. Die Flüssigkeit siedet auf 3 cm hoher Heizflamme ganz regelmässig. Das Wasserstoffflämmchen pulsirt zwar, aber keineswegs in lästigem Grade.

22 Auch die zweite Panzerkugel scheint aufgezehrt.

26 Das Entwicklungsgefäss wird vom Korke weggenommen. Das Wasserstoffflämmchen war kurz vorher zwei Mal ausgegangen.

29 Das für den *Hauptversuch,* vorerst aber blos mit *Leber, arseniger Säure* und *Schwefelsäure,* beschickte Entwicklungsgefäss ist auf die Heizflamme gesetzt.

32 Beginn der Reaction (d. h. der hörbaren Einwirkung der Schwefelsäure auf die Lebersubstanz).

36 Ende der Reaction.

36¼ Das Entwicklungsgefäss, in welches nun auch die *drei Kochsalzkugeln* gebracht sind, ist an den Kork gesetzt.

37¼ Anzünden des Wasserstoffflämmchens und Placiren der beiden Glühflammen.

38¼ Beginnende Spur des I. (innern) Arsenikspiegels. Das Wasserstoffflämmchen ist etwas zu gross.

39½ Der I. Spiegel ist schon ziemlich stark, der II. (äussere) auch schon sichtbar.

41¼ Das Wasserstoffflämmchen hat die normale Grösse.

43½ Weil das Wasserstoffflämmchen klein geworden, wird die Heizflamme unter das Entwicklungsgefäss gestellt.

59¼ Das Entwicklungsgefäss wird vom Korke weggenommen. Die Gefahr des Zurücksteigens war übrigens nicht gross gewesen.

Die beschickte Wasserstoffflasche hatte vor dem Versuche 409,5 g gewogen. Jetzt wog sie 422,5 g. Die Gewichtszunahme betrug demnach 13 g. Nachdem das Zink abgewaschen und getrocknet worden, erzeigte die Wägung 89 g. Der Zinkverbrauch beziffert sich also auf 11 g.

Minuten seit Beginn des Vorversuchs

B. Ein Versuch mit lauter nackten Kugeln.

1¼ Das Entwicklungsgefäss ist an den Kork gesetzt.

2¾ Anzünden des Wasserstoffflämmchens, welches sofort sehr gross wird, und Placiren der Glühflamme.

Minuten seit Beginn des Vorversuchs

7 Heizflamme unter Entwicklungsgefäss, weil Wasserstoffflämmchen sehr klein geworden, was schon vorher einmal wegen beginnenden Zurücksteigens hatte geschehen müssen.

8 Letzte Kugelreste verschwunden.

10 Wasserstoffflämmchen erstorben.

13½ Das Wasserstoffflämmchen kann wieder dauernd angezündet werden.

24¾ Aufhören, nicht nur, weil die übliche Zeit (22 Minuten) abgelaufen, sondern auch, weil ernstlich Zurücksteigen droht. Das Wasserstoffflämmchen geht aus, kann aber wieder angezündet werden.

27 Das neubeschickte Entwicklungsgefäss ist über die Heizflamme gesetzt.

29 Die Reaction beginnt.

29¾ Die Reaction ist stürmisch geworden, wesshalb das Entwicklungsgefäss von der Heizflamme weggenommen wird.

30¾ Die Reaction ist beendet.

31¼ Das Entwicklungsgefäss hat seine Ladung von drei Kochsalzkugeln erhalten und ist an den Kork gesetzt.

32½ Beide Glühflammen sind placirt. Das Wasserstoffflämmchen konnte erst etwas später angezündet werden, nachdem es beim ersten Versuche, dasselbe wieder anzuzünden, zurückgeschlagen hatte.

34 Das Wasserstoffflämmchen ist noch stärker als beim Vorversuch, brennt aber mit regelmässig abnehmender Stärke. Der I. Arsenikspiegel wächst sichtlich, der II. ist eben sichtbar.

39 Heizflamme unter Entwicklungsgefäss, weil Wasserstoffflämmchen sehr klein geworden.

46½ Wegnahme des Entwicklungsgefässes, weil zum dritten Male heftiges Aufstossen. Das Wasserstoffflämmchen brennt aber immer noch fort, wenn auch klein und vorher zwei Mal frisch angezündet.

49½ Das Wasserstoffflämmchen kann nicht mehr angezündet werden, obgleich die Wasserstoffentwicklung immer noch deutlich ist.

54½ Wegnehmen der Glühflammen. Die Wasserstoffentwicklung hatte übrigens auch jetzt noch nicht gänzlich aufgehört. — Die Heizflamme war zuletzt auf 6 cm Höhe, mit kleinem, leuchtendem Kerne, gestellt worden.

Zinkverbrauch bei diesem Versuche 10,8 g.

Wenn wir die entsprechenden Daten vorstehender zwei Versuche mit einander vergleichen, so stossen wir sofort auf den Unterschied, der besteht, je nachdem man von *Panzerkugeln* oder aber von lauter *nackten Kugeln* Gebrauch macht. Schon 6¾ Minuten, nachdem das Entwicklungsgefäss an den Kork gesetzt worden, waren keine Reste von den ungeschützten Kugeln mehr sichtbar, während die letzte Panzerkugel erst nach 21 Minuten völlig verschwunden war.

Damit hängt es zusammen, dass beim ersten der mitgetheilten zwei Versuche das Wasserstoffflämmchen erst 3, beim zweiten dagegen schon $1^1/_2$ Minuten nach dem Ansetzen des Entwicklungsgefässes an den Kork angezündet werden konnte, ferner, dass es im letztern Falle gleich Anfangs sehr gross wurde und im weitern Verlaufe des Processes grössere Unregelmässigkeiten zeigte. Dass die Panzerkugeln in dieser Richtung einen entschiedenen Vorzug besitzen, ist also unbestreitbar. Die zwei mitgetheilten Versuche weisen aber noch eine weitere wesentliche Verschiedenheit auf. Bei dem ersten derselben bestand insofern eine vollständige Analogie zwischen dem Vorversuch und dem Hauptversuch, als jeder von dem Momente an, da die Glühflamme, resp. die Glühflammen placirt waren, 22 Minuten lang unterhalten ward. Bei dem zweiten mitgetheilten Versuche ist diese Gleichheit des Vor- und Hauptversuches nur eine scheinbare. Denn nach beendigter Destillation wurde bei dem Vorversuche *die Glühflamme auf ihrem Posten belassen,* so dass hiedurch die Dauer des Vorversuches, *was das Glühen der Röhre betrifft,* um $6^1/_2$ Minuten verlängert wurde. Auch wird man die sehr ungleiche Differenz zwischen der *Dauer der Destillation* bei dem Vor- und dem Hauptversuch in den beiden mitgetheilten Fällen beachten. Dieselbe betrug im ersten Falle blos $25 - 23 = 2$, im letztern dagegen $23^1/_2 - 15^1/_4 = 8^1/_4$ Minuten. Die Einzelheiten der zwei mitgetheilten Versuche sind also in der That ziemlich von einander abweichend, und darin liegt der Grund, warum ich sie aus vielen zur Veröffentlichung ausgewählt.

Wenn unser Versuch als *Vorlesungsversuch* aus- und vorgeführt werden soll, so ist es unerlässlich, dass der *Vortragende* sich auf die erste Beschickung des Entwicklungsgefässes, das Anzünden des Wasserstoffflämmchens und Placiren der Glühflamme, bei und nach der zweiten Beschickung auf das Hineinbringen von Arsenik, Schwefelsäure und Kochsalzkugeln, das Placiren der beiden Glühflammen und die Besorgung des Wasserstoffflämmchens, endlich am Schlusse auf das Zuschmelzen der Glührohre beschränke, dagegen die — keineswegs unwichtigen — Operationen mit dem Entwicklungsgefäss, d. h. Ansetzen an den Kork und Wegnehmen, Entleeren, Beschicken mit Leber, Bewegen desselben während der Reaction und zweiten Destillation, ebenso auch die Manipulationen mit der Heizflamme einem *darauf einzuübenden Assistenten* übertrage. Sonst müsste entweder der erklärende Vortrag vernachlässigt werden, oder aber es wäre das Gelingen des Experimentes in Frage gestellt.

Die Ursache, *warum der Arsenikspiegel so auffallend rasch erscheint,* liegt in der *unmittelbar* auf den Zusatz der Kochsalzkugeln eintretenden *sehr kräftigen Chlorwasserstoff- und der hiedurch bewirkten ebenso lebhaften Wasserstoff-Entwicklung.* Dennoch würde die Ursache die gewünschte Wirkung nicht ausüben können, wenn nicht trotz der bedeutenden Längenausdehnung des Apparates *der Hohlraum desselben auf ein Minimum reducirt wäre.* Blos an zwei Stellen ist mit dem Raum nicht gespart und darf nicht gespart sein, bei dem Zu- und Ableitungsrohr der Wasserstoffflasche, deren Volumen zusammen circa 100 cm^3 beträgt. Der Fassungsraum des hohen, dreikugeligen Zuleitungsrohres darf nicht klein sein, damit das gefährliche Zurücksteigen in das Entwicklungsgefäss unmöglich gemacht sei, und derjenige des ihm sehr ähnlichen Ableitungsrohres nicht, damit die meiste den Wasserstoff begleitende Flüssigkeit schon auf ihrem Wege zu den Trockenröhren abgefangen werde. In der That wird man beobachten, dass, während der untere Theil des Ableitungsrohres noch von Wasser trieft, der Feuchtigkeitsanflug von Kugel zu Kugel in dem Grade abnimmt, dass im Bug der Röhre keine Spur davon mehr sichtbar ist. Dass die Wasserstoffflasche eine verhältnissmässig bedeutende Höhe besitzt, ist diesem Zwecke natürlich auch sehr förderlich. Der über dem Niveau der durch die stürmische Gasentwicklung aufgewühlten Flüssigkeit sich bildende Wirbel von Bläschen darf nicht bis zum Flaschenhalse emporsteigen. Weil Chlorwasserstoff und Wasserstoff die geringe im Apparat enthaltene Luftmenge rasch vor sich her- und fortschieben, so besteht auch keine Explosionsgefahr in derjenigen Periode, wo das Entwicklungsgefäss eben zum zweiten Male an den Kork gesetzt worden ist. Denn in dem Augenblicke, da dies geschieht, ist die Luft in dem Entwicklungsgefässe selbst bereits durch den rasch entwickelten Chlorwasserstoff herausgedrängt, während das Zuleitungsrohr zur Wasserstoffflasche, welches allerdings während der Zwischenperiode offen geblieben ist, wohl mehr Wasserstoff als Luft enthalten dürfte. Das Schlimmste, was mir in dieser Richtung je begegnete, ist, dass bei zu frühem Versuch, das Wasserstoffflämmchen anzuzünden, ein blitzartiger Lichtschein bis in die Trockenröhren zurückschlug, oder auch, dass sich in der Glasröhre ausserhalb der Glühflamme, rasch vorübergehend, ein schwacher Wasseranflug bildete. Doch kam dies eher beim ersten Anzünden des Wasserstoffflämmchens vor und zwar besonders, wenn Panzerkugeln zur Verwendung gelangten. (Vrgl. das Protokoll von Versuch A.)

Handelt es sich nicht um einen Vorlesungs- oder Uebungsversuch sondern um *einen Versuch im Ernstfalle,* so wird man, insofern *100 g Leber des Vergifteten* zur Verfügung stehen, ganz gleich, wie oben beschrieben ist, verfahren, nur dass man *Porcellanscherben* bereit hält, um die bekannten charakteristischen *Flecken* zu erhalten, falls grössere Mengen Arsenik zugegen sein sollten. Uebrigens reichen schon 50 g Leber für einen Versuch vollkommen aus, in welchem Falle man die Menge der Schwefelsäure entsprechend vermindern darf. Hiebei ist aber zu berücksichtigen, dass das Chlornatrium zum Uebergang in saures schwefelsaures Natron sehr nahe ebenso viel cm^3 Schwefelsäure nöthig hat, als von ihm selber g vorhanden sind. Ich würde desshalb auf 50 g Leber nicht 50, sondern $\frac{(100 - 12)}{2} + 12 = 56$ cm^3 Schwefelsäure nehmen. Dabei setze ich voraus, dass man in der Quantität des Kochsalzes keine Aenderung eintreten lasse, also für den Vor- und Hauptversuch je ca. 12 g ver-

wende. Zu einer Aenderung liegt in der That ein Grund nicht vor, da sich die Menge des zu entwickelnden Chlorwasserstoffs und folglich auch des Wasserstoffs nicht nach der Menge der vorhandenen fremden Substanz, sondern nach der auf den Versuch zu verwendenden Zeit und nach dem Hohlraume des Apparates zu richten hat. Man könnte auch sagen: „und nach der Menge des vorhandenen Arseniks". Allein die grössten je vorkommenden Mengen des letzteren sind im Vergleich zu der Menge des entwickelten Chlorwasserstoffs so gering, dass die Differenzen in der Quantität des vorhandenen Arseniks gar nicht in Betracht kommen können. Was nun aber den Hohlraum des Apparates betrifft, so müsste derselbe bei Verwendung von weniger organischer Substanz beim Hauptversuch und folglich auch weniger Wasser beim Vorversuch und weniger Schwefelsäure sowohl beim Vor- als Hauptversuch bei gleich grossem Entwicklungsgefäss allerdings etwas grösser werden. Man mag desshalb ein entsprechend kleineres Entwicklungsgefäss verwenden, im angenommenen Falle z. B. eine Kochflasche, die bis zum Halse nur etwas über 250 cm^3 fasst. Doch ist diese Concession an die veränderten Raumverhältnisse keineswegs absolut nothwendig. Auch wenn man statt der Leber den *entleerten Magen* zu untersuchen hat, kann man sich an die oben gegebene Vorschrift halten, nur dass es dann im Hinblick auf die ohne Zweifel grössere Arsenikmenge um so berechtigter erscheint, weniger als 100 g Substanz in Arbeit zu nehmen, während anderseits eine entsprechend grosse Herabsetzung der Schwefelsäure-Dosis mit Rücksicht auf den höhern Wassergehalt nicht angezeigt erscheint. In noch höherem Grade werden diese beiden Erwägungen zutreffen, wenn der in der Regel sehr wasserreiche und vermuthlich auch ziemlich stark arsenikhaltige *Inhalt* des Magens das Untersuchungsobject bildet. Darin, dass dann vielleicht beim Hauptversuch eine absolut und relativ (letzteres ist im Verhältnisse zur Schwefelsäure verstanden) geringere Wassermenge vorhanden ist, als vorher beim Vorversuch verwendet worden, liegt keine Inconvenienz. Nur das Umgekehrte darf nicht sein. Denn wir dürfen nicht vergessen, dass unserm Recept für den Uebungsversuch die Annahme zu Grunde liegt, in den 100 g Leber nebst dem cm^3 Lösung von arseniger Säure würden 78 cm^3 = g Wasser zum Hauptversuche verwendet, so dass, wenn man von den gleichzeitig verwendeten 100 cm^3 Schwefelsäure 12, als vom Kochsalz in Anspruch genommen, in Abzug bringt, wenig mehr als *zwei* Gewichtstheile Schwefelsäure auf *einen* Gewichtstheil Wasser übrig bleiben. Dies ist aber das bei meinem Verfahren eben noch zulässige Minimum.

Letzten Frühling hatte ich Gelegenheit, die praktische Brauchbarkeit meines neuen Verfahrens in einem *wirklichen Vergiftungsfalle* zu erproben, indem *Dr. Ambühl,* welchem als Kantonschemiker die amtliche Untersuchung übertragen war, die Güte hatte, mir ein Stück vom Magen der vergifteten Person zu überlassen. Von der Leber war leider zur Zeit, als ich von dem Falle hörte, ohne besondere Umstände (Exhumation) nichts mehr erhältlich. Zur Orientirung theile ich zunächst wenigstens diejenigen Stellen aus dem mir später auf meinen Wunsch von Dr. Ambühl in authentischer Copie übermachten Berichte desselben an die Staatsanwaltschaft vom 23. März 1881 mit, welche sich auf die Nachforschung nach Arsenik in den Leichentheilen beziehen. Im Uebrigen hatte sich die dem Kantonschemiker aufgetragene umfangreiche und von ihm schon in der Woche vom 14. bis 19. März durchgeführte Untersuchung noch auf verschiedene andere, in der speciellen Natur des Falles begründete, aber hier nicht weiter zu erörternde Punkte auszudehnen.

„Zur Abscheidung des Arseniks aus Leichentheilen bediene ich mich der Methode von Schneider und Fyfe, Destillation des Objectes mit Kochsalz und concentrirter Schwefelsäure, Oxydation des flüchtigen Chlorarseniks mit Kalichlorat und Auffangen der Arsensäure in Wasser. Der Untersuchung vorgängig wurde jeweilen die Reinheit der Materialien und der Gefässe durch einen blinden Versuch in aller Form constatirt.

a) Das Stück Leber im Gewichte von 100 g, nach der angegebenen Methode behandelt, resultirte im Apparate Marsh' die beifolgenden zwei Spiegel und reichliche Flecken auf Porcellan, welche durch Behandlung mit Salpetersäure und ammoniakalischer Silberlösung an der gelben Fällung als Arsenikflecken zu erkennen sind.

b) Der an beiden Enden zugebundene Magen wurde der Länge nach aufgeschnitten; die Magenschleimhaut zeigte sich stellenweise stark geröthet. Trotz sorgfältigster Durchsuchung des Inhaltes und der Innenfläche konnten keine Splitter oder Körner von weissem Arsenik mehr aufgefunden werden.

Die Hälfte des klein zerschnittenen Magens und des im Wasserbad eingeengten Inhaltes, nach der früheren Methode behandelt, lieferte einen sehr starken Arsenikspiegel und eine grosse Menge Flecken auf Porcellan, welche die Identificirung mit metallischem Arsenik gestatteten."

Wenn nun aus dem Vorstehenden hervorgeht, dass in dem gegebenen Vergiftungsfalle die Anwesenheit von Arsenik in den Leichentheilen nach dem von mir modificirten Verfahren von Schneider und Fyfe, *wobei das Chlorarsenik im Apparate selbst zu Arsensäure oxydirt wird,* durch sehr starke Reactionen, die nachher im Marshischen Apparate erhalten wurden, bewiesen werden konnte, so wird das Nachstehende zeigen, dass auch nach meinem neuen Verfahren, wobei das Chlorarsenik nicht vorerst in Arsensäure umgewandelt sondern *zur directen Ueberführung in Arsenikwasserstoff ohne Weiteres sammt der Salzsäure in den Marshischen Apparat geleitet wird,* der Nachweis der Gegenwart von Arsenik in kürzester Zeit vollständig gelang.

Ich führte den ersten Versuch mit dem mir zur Disposition stehenden Theile des Untersuchungsobjectes = *180 g Magen,* wovon ich für diesen ersten Versuch die üblichen 100 g verwendete, den 16. März als *Vorlesungsversuch* vor

den mein chemisches Prakticum besuchenden Schülern aus. Einer derselben führte das Protokoll, welches ich hiemit mittheile.

Minuten seit Beginn des Vorversuchs.	*Jeweilen vorgenommene Operationen, resp. beobachtete Vorgänge.*
$1^1/_2$	Das für den Vorversuch beschickte Entwicklungsgefäss ist an den Kork gesetzt.
4	Anzünden des Wasserstoffflämmchens und Placiren der Glühflamme.
$25^1/_2$	Aufhören, weil beginnendes Zurücksteigen.
$29^1/_2$	Die neue Beschickung des Entwicklungsgefässes mit 100 g Magen und 100 cm^3 Schwefelsäure ist vollendet.
$31^1/_2$	Beginn der Reaction.
$32^1/_2$	Ende derselben.
$35^1/_2$	Das auch noch mit den drei Kochsalzkugeln beschickte Entwicklungsgefäss ist an den Kork gesetzt.
$35^3/_4$	*Schon ganz deutlicher Arsenikspiegel! Das ziemlich grosse Wasserstoffflämmchen zeigt die eigenthümliche Arsenikfärbung.*
36	
$41^1/_2$	Beendigung des Versuches, *weil bereits zwei äusserst starke Arsenikspiegel* (welche sich später in Form starker Blättchen von der Glaswand ablösten) *und sehr zahlreiche grosse Flecken auf Porcellan erhalten waren.*

Zunahme des Gewichtes der Wasserstoffflasche = 11, Zinkverbrauch = 11,8 g.

Der *Hauptversuch* nahm also hier, Alles in Allem, blos 12 Minuten in Anspruch, d. h. *schon zwölf Minuten nach Beendigung des Prüfungsversuches war die Anwesenheit von Arsenik in dem Magen der vergifteten Person auf das Deutlichste dargethan.* Die *Destillation* aber mit gleichzeitiger *Glühprobe* nahm vollends blos $5^3/_4$ Minuten in Anspruch. Dennoch waren innert dieser auffallend kurzen Zeit Reactionen erhalten worden, die nicht nur überhaupt die *Anwesenheit von Arsenik* sondern zugleich auch diejenige *einer relativ sehr bedeutenden Menge von Arsenik* bewiesen. Ich entschloss mich desshalb, mit weiteren 65 g des Untersuchungsobjectes einen Versuch nach meinem *ältern* Verfahren, welches, im Gegensatze zu meinem blos für die *qualitative Ermittelung und annähernde Schätzung der vorhandenen Menge* bestimmten *neueren,* auch die *exacte quantitative Bestimmung* des Arseniks zulässt, anzustellen, und erhielt so 0,0989 g Ammonium-Magnesiumarsenat, entsprechend 0,05153 g *Arsentrioxid,* oder, *auf die beim ersten Versuche verwendeten 100 g Magen umgerechnet, 0,0793 g.* In den vom Magen noch übrigen 15 g mussten demnach, wiederum gleichförmige Verbreitung des Arseniks vorausgesetzt, 0,0119 g enthalten sein. In der That wurden mit diesem, wieder nach meinem neuern Verfahren, behandelten Reste Reactionen erhalten, die an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig liessen.

In seiner werthvollen *„Anleitung zur Ausmittlung der Gifte“,* 5. Aufl., Braunschw. 1875, bemerkt *Otto* auf pg. 2:

„Die Untersuchung muss von dem damit beauftragten Chemiker *allein* ausgeführt werden, und er muss alle vorkommenden Operationen überwachen. *Die Gegenwart von Physicats-Aerzten, wie es bisweilen verlangt wird, hat keinen Nutzen, ist sogar lästig und nachtheilig.* Wer vermag mit gehöriger Ruhe zu arbeiten, wenn eine Person zugegen ist, die nur Langeweile haben kann und die desshalb gespannt das Resultat herbeisehnt!“

Man sieht es ihr an, diese etwas spitzige Bemerkung beruht auf persönlichen Erfahrungen. Im Allgemeinen ist sie auch gewiss sehr zutreffend. Auch was speciell die Nachforschung nach Arsenik nach den *bisherigen Methoden,* z. B. der von Otto allen andern vorgezogenen, gewiss sehr guten, aber auch sehr viel Zeit in Anspruch nehmenden Methode von *Fresenius und Babo* oder auch der *Schneider'schen,* namentlich wenn die von *Wöhler* („Mineral-Analyse“, pg. 223) empfohlene Complication (Fällung mit Schwefelwasserstoff u. s. w.) nicht für unnöthig erachtet wird, betrifft, so musste der Chemiker die Anwesenheit von Medicinern oder gar von Juristen, insofern es sich um den ganzen langen Verlauf der Untersuchung handelte, in beidseitigem Interesse ablehnen. Höchstens konnte er, falls darauf Werth gelegt wurde, zum *Schlussexperimente,* welches in dem Marshischen Apparate vorgenommen wurde, einladen. Hiemit war aber mehr nur einer Pflicht der Höflichkeit Rechnung getragen, als dass dadurch dem zu erbringenden juristischen Beweise irgendwie gedient gewesen wäre. Denn den Eingeladenen wurde ja hiebei zugemuthet, sie sollten voraussetzen und annehmen, der Chemiker habe die lange vorausgegangene Untersuchung, als bewährter Meister seiner Scheidekunst, vollkommen correct ausgeführt. Sie mussten ihm also *in der Hauptsache* Glauben und Vertrauen schenken. Dann durften sie es aber füglich auch in der *Nebensache.* Nebensache ist aber *vom Standpunkte der an das Wissen und Können des Analytikers gestellten Anforderungen* der letzte Versuch im Marshischen Apparate. Bei meinem neuen Verfahren aber steht einer Einladung aller Personen, die an dem Resultate der Untersuchung ein Interesse haben können, nichts im Wege. Die nöthigen, allein vom Chemiker zu treffenden, allerdings umständlichen und an und für sich keineswegs unbedeutenden, *aber für die* ***Beweiskraft*** *des anzustellenden Versuches doch völlig bedeutungslosen* Vorbereitungen vorausgesetzt, vollzieht sich ja die ganze Untersuchung innert einer Stunde und zwar in einer Weise, dass Einer nicht Chemiker von Fach zu sein braucht, *um die Unumstösslichkeit des erbrachten Experimentalbeweises,* sei nun das Resultat ein positives oder ein negatives, *einsehen zu können und anerkennen zu müssen.* Hier macht sich eben der Umstand, dass unser Experiment auch als Vorlesungsexperiment aus- und vorgeführt werden kann, in vor-

theilhaftester Weise geltend. Der ganze Gerichtshof sammt Kläger, Angeklagtem, Rechtsanwälten und Physicatsärzten mag das (hier mehr als bloss wissenschaftlich interessirte) *„Auditorium“,* welches aber der Natur der Sache nach mehr zu *sehen* als zu *hören* bekommen wird, bilden.

Soll ich schliesslich die *Vorzüge,* die mein neueres, speciell zum *Nachweise* (nicht aber auch zur quantitativen Bestimmung) des Arseniks bestimmte Verfahren besitzt, in Kürze zusammenstellen, so sind es folgende:

1) Die *eigentliche* Untersuchung nimmt *äusserst wenig Zeit* in Anspruch.

2) Sie ist mit Bezug auf *den Nachweis der Gegenwart oder der Abwesenheit des Arseniks absolut sicher und überzeugend* und gestattet wegen der sub 1) und 2) bezeichneten Vorzüge

3) dem untersuchenden Chemiker, *eine beliebige Anzahl anderer Personen als Augenzeugen beizuziehen.*

Anhang.

Nachweis anderer Metalle neben Arsenik.

Bei den durch mich veranlassten *Ambühl'schen Versuchen* wurde consequent darauf verzichtet, die überschüssige Schwefelsäure vor der Fällung mit Schwefelwasserstoff zu beseitigen. Direct in das auf das wenigstens zehnfache Volumen (bezogen auf dasjenige der ursprünglich vorhanden gewesenen Schwefelsäure) gestreckte wässrige Extract wurde Schwefelwasserstoff eingeleitet. Hiebei war vorauszusehen, dass der grosse Ueberschuss an Säure einer vollständigen Fällung der Metalle hindernd im Wege stehe. Die Ambühl'schen Versuche beweisen indess, dass der grosse Säureüberschuss doch entfernt kein *absolutes* Hinderniss für die Fällung der Metalle ist. Immerhin schien es des Versuches werth, nachzuforschen, ob noch günstigere Resultate zu erzielen seien, wenn der Säureüberschuss vorher, wenigstens grössten Theiles, beseitigt werde, und zwar schien dieser Weg namentlich bei meinem zweiten Verfahren, wo der Säureüberschuss noch grösser ist, angezeigt. Eine in dieser Richtung von mir persönlich begonnene Experimental-Untersuchung ist leider noch lange nicht so weit vorgerückt, dass ich eine ausführliche Darlegung derselben geben könnte. Doch dürfte schon jetzt die Mittheilung von Interesse sein, dass, als ich bei einem der zahlreichen Uebungsversuche nebst dem gewohnten cm^3 Lösung von arseniger Säure noch 1 cm^3 einer andern Lösung, worin $12{,}_{47}$ mg krystallisirter Kupfervitriol, also $3{,}_{17}$ *mg metallisches Kupfer* enthalten war, zusetzte, dann nach Beendigung des Arsenikversuches den Destillationsrückstand zuerst in der Kochflasche selbst stundenlang gelinde, dann aber in einer Porcellanschale stärker bis zur beinahe vollständigen Trockniss erwärmte, den wässrigen Auszug mit Schwefelwasserstoff fällte, den Niederschlag in Salpetersäure löste und nochmals mit Schwefelwasserstoff fällte, ich in der letzten, möglichst eingeengten salpetersauren Lösung das Kupfer mit *Ammoniak* sowohl als mit *gelbem Blutlaugensalz* nachweisen konnte. Die Reactionen waren schwach, aber unverkennbar. Damit aber war bewiesen, dass die geringe Menge von ca. 3 mg Kupfer aus 100 g, also der mehr als 30,000fachen Menge Leber, und trotzdem ursprünglich 100 cm^3, also das fast 60,000fache Gewicht Schwefelsäure vorhanden gewesen war, noch ausgeschieden und das Kupfer als solches erkannt werden kann. — Auch die weitere kurze Notiz dürfte kaum verfrüht sein, dass, als ich bei einem andern Versuche nebst dem üblichen mg arseniger Säure Brechweinstein in's Entwicklungsgefäss brachte, das Resultat ganz wie bei einem gewöhnlichen Arsenikversuch ausfiel, und hinsichtlich der Qualität und Quantität der erhaltenen Metallspiegel, sowie auch der Beschaffenheit des Wasserstoffflämmchens nichts beobachtet wurde, was auf die Verflüchtigung von *Chlorantimon* und hiedurch bedingte Bildung von Antimonwasserstoff hingedeutet hätte. Die Anwesenheit des dem Arsenik ähnlichsten Elementes, des Antimons, beeinträchtigt also die Anwendbarkeit und die Beweiskraft des beschriebenen Arsenikprüfungsverfahrens nicht.

10.

Die Reagensflasche für die quantitativ-qualitative Analyse

gehört in die Classe der s. g. *Tropfgläser.* Die eigentliche Flasche weicht von der gewöhnlichen Reagentienflaschenform nur durch eine im Verhältnisse zum Durchmesser geringere Höhe ab. Die aufgesetzte Tropfröhre ist eine 1 cm^3-Vollpipette. Sie hat einen innern Durchmesser von wenigstens 6—7 mm *auch in ihrem obern Theile,* also auch an der Stelle, wo die Marke angebracht ist. Durch dieses verhältnissmässig bedeutende Volumen der Saugröhre soll bewirkt werden, dass man bei allfälligem Ansaugen nicht Gefahr läuft, Flüssigkeit in den Mund zu bekommen. Damit nun aber doch die Abmessung ausreichend genau sei, ist die Marke eine *ringsumlaufende.* Selbstverständlich ist aber ein *Ansaugen* nur nöthig, wenn das Niveau der Flüssigkeit in der Flasche unter die Marke der Pipette gesunken ist. Das Ansaugen kann also ganz vermieden werden, wenn die Flasche vorher wieder nachgefüllt wird. Bei der *concentrirten Salz- und Salpetersäure* ist dies unbedingt nothwendig, weil sonst bei wiederholtem Ansaugen die Zähne des Saugenden schon durch den *Dampf* der Säure unfehlbar Schaden leiden würden. Was die Art betrifft, wie die Pipette auf die Flasche aufgesetzt ist, so kann bei der grossen Mehrzahl der Reagentien ein durchbohrter Kork als Verbindungsglied benützt werden. Ebenso kann die Pipette selbst mit einem wohlgepressten konischen Körkchen von guter Qualität verschlossen werden. Es liegt dann aber im Interesse der Reinhaltung sowohl des Reagens als der beiden Körke, wenn die untere Hälfte der letzteren mit Paraffin getränkt, die obere dagegen mit Bernstein- oder Copalfirniss bestrichen wird. Vorher wird man aber auf beide zu einer Flasche gehörenden Körke mit concentrirter Blau-

holztinte (wie solche namentlich zum Zwecke, als Copirtinte zu dienen, von vorzüglicher Qualität *Brunschweiler & Sohn* in St. Gallen liefern) dieselbe Nummer schreiben, die auf der Flasche mit Flusssäure eingeätzt oder, was für den Fall, dass man es selber machen will, schneller geschehen ist, mit einem Diamanten eingeritzt worden ist. Bei den drei concentrirten Mineralsäuren (Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure) ist aber die Verwendung von Kork ausgeschlossen. Ich habe mir desshalb nach der auf Taf. 7 in halber natürlicher Grösse ausgeführten Zeichnung Flaschen anfertigen lassen, wo die in der betreffenden Höhe erweiterte und auch passend in ihrer Wandung verstärkte Pipette in den Flaschenhals *eingeschliffen* und mit einem gläsernen Stöpselchen versehen ist. Die auf Flasche, Pipette und Stöpsel anzubringende gleiche Nummer wird bei solchen *ganz aus Glas bestehenden* Apparaten am Besten dem Glaskünstler in Auftrag gegeben, welcher dann zugleich auch die Bezeichnung des Inhaltes, für den die Flasche bestimmt ist, einätzen mag.

Was das *Verfahren* der *„quantitativ-qualitativen* Analyse“ selbst betrifft, so beschränke ich mich hierorts auf die Bemerkung, dass mit demselben bezweckt wird, den Schüler gleich von Anfang an dazu anzuhalten, dass er mit der Frage nach der *Art* des zuzusetzenden Reagens zugleich auch diejenige nach der *nöthigen Menge* desselben verbinde, wodurch derselbe an ein weit exacteres chemisches Arbeiten *und auch Denken,* als dies bei der allgemein üblichen Art des Reagirens der Fall ist, gewöhnt wird. Im Uebrigen verweise ich auf die wissenschaftliche Beigabe zum *nächstjährigen* Programm unserer Lehranstalt, worin der in meinem Prakticum eingehaltene systematische Gang der quantitativ-qualitativen Analyse ausführlich dargelegt werden wird.

11.

Instrumente zu einem verbesserten Verfahren der Milchprüfung.

A. Theoretische Grundlagen.

Das Verfahren, dessen Grundlagen ich im Nachfolgenden darlege, lehnt sich unmittelbar an das allgemein verbreitete von *Quevenne, Chevallier* und *Christian Müller* an. Denn wie dort, so wird auch hier das specifische Gewicht der sog. ganzen und der abgerahmten Milch bestimmt und zwischenhinein der entstandene Rahm gemessen, sei es nun auf *positivem* Wege, wie von *Chevallier,* oder auf *negativem,* wie von *Krocker.* Dagegen unterscheidet sich das von mir vorgeschlagene Verfahren von demjenigen, dessen weitere Entwickelung es sein soll, einmal durch eine *vollständigere und gleichmässigere Aufrahmung* und dann durch eine (zwei bis fünf Mal) *genauere Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch in ihren beiden Zuständen.* Diesen zwei Abänderungen liegt der gleiche Zweck zu Grunde: *eine zuverlässigere Fettbestimmung.* Dieser Zweck sollte aber auf zwei *gänzlich verschiedenen* und eben desshalb zur gegenseitigen Controlirung geeigneten Wegen erreicht werden, für's Erste durch die Messung des hier stärker und gleichartiger ausfallenden Rahmes und dann durch die indirecte Ableitung des Fettgehaltes aus der Differenz der zwei specifischen Gewichte. Ich habe mich über die Principien dieses Verfahrens, abgesehen von einigen vor Vereinen gehaltenen Vorträgen, schon an drei Orten öffentlich ausgesprochen, für's Erste in einem Bericht an die Gesundheitscommission der Gemeinde *Tablat* über verschiedene von mir im Jahre 1876 zwar nicht in amtlichem Auftrage sondern blos zu Anderer und meiner eigenen Belehrung durchgeführte Milchuntersuchungen, welcher Bericht vom 10. Februar 1877 datirt und dem *Jahresbericht über die Verwaltung des St. Gallischen Sanitätswesens in 1876* beigedruckt ist. Ferner ist es geschehen im Juniheft des Jahrgangs 1877 der *schweizerischen landwirthschaftlichen Zeitschrift.* Endlich ist das Wesentlichste auch gesagt in einer schriftlichen Erklärung, die meinen unter andern wissenschaftlichen Objecten an die *Pariser Weltausstellung* vom Jahre 1878 gesandten Milchprüfungsinstrumenten beigelegt war. Ich will nun im Nachfolgenden zunächst meine *„Milchfett-Formel“* ableiten, wobei ich den freundlichen Leser bitten muss, mich nach einander auf zwei Pfaden, die sich, der erstere in sanft ansteigendem Zickzack, der andere direct emporsteigend, noch unter der halben Höhe des zu erklimmenden mathematischen Maulwurfshügels zu einem einzigen vereinigen, zu begleiten.

Bei beiden Betrachtungsweisen müssen wir einige Begriffe scharf auseinander halten, wesshalb ich mit der Definition derselben beginne.

1. *Die „ganze“ Milch.* Darunter verstehen wir die Milch, wie sie zur Untersuchung vorliegt, nöthigenfalls, d. h. wenn die Milch einige Zeit geruht und folglich bereits aufzurahmen begonnen hätte, die gehörig durcheinander gemischte Milch.

2. Die *Butterfettkügelchen.* Diese können nur in der unmittelbar vorher „gehörig durcheinander gemischten“ Milch gleichförmig vertheilt sein, weil sie fortwährend das Bestreben haben, zu steigen, oder richtiger aufgefasst, fortwährend im Begriffe sind, von den schwereren Milchbestandtheilen emporgedrängt zu werden.

3. Diese „schwereren Milchbestandtheile“. Sie sind eine wässrige Lösung von Casein, Zucker, Salzen u. s. w., welche Lösung häufig *„Milchserum“* geheissen wird. Der Begriff des Milchserums würde mit demjenigen der abgerahmten Milch zusammenfallen, wenn eine *absolut vollständige* Aufrahmung gelingen sollte, *was wir vorläufig als wirklich eintretend annehmen wollen.*

Bezeichnen wir mit Gm das Gewicht, mit Vm das Volumen und mit Sm das Specifische Gewicht der ganzen Milch, ebenso mit Gf, Vf, Sf, resp. mit Gs, Vs, Ss die entsprechenden Werthe für die Fettkügelchen, resp. das Serum, so haben wir als Ausdruck für das Gewicht der vorhandenen Milchmasse sowohl nach als vor dem Aufrahmen: $Gm = Gf + Gs$, oder, wenn wir in Litern messen und in

Kilogrammen wägen, wo es dann gestattet ist, für das absolute Gewicht das Product des Volumens in das specifische Gewicht zu setzen, Vm Sm = Vf Sf + Vs Ss. Da Vm = Vf + Vs und folglich Vs = Vm — Vf ist, so können wir auch schreiben: Vm Sm = Vf Sf + (Vm — Vf) Ss oder Vm Sm = Vm Ss — Vf Ss + Vf Sf. Das heisst in Worten: *Das Gewicht irgend einer gegebenen Milchmasse ist gleich dem Gewichte eines gleichen Volumens Milchserum minus dem Gewichte eines demjenigen der Fettkügelchen gleichen Volumens Serum plus dem Gewichte der Fettkügelchen.* Dass dieser, sozusagen selbstverständliche, das Gewicht (und damit auch das Volumen und das specifische Gewicht) einer gegebenen Masse Milch durch dasjenige ihrer Bestandtheile ausdrückende Satz sowohl für den Zustand nach als vor dem Aufrahmen gilt, leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, dass durch den Aufrahmungsprocess *quantitativ* hinsichtlich der als Ganzes betrachteten Milchmasse nichts geändert wird. Was sich durch diesen Process ändert, reducirt sich auf eine *Ortsveränderung* innerhalb der Grenzen der sich mit Bezug auf ihre Masse und auch (constante Temperatur vorausgesetzt) auf ihr Volumen gleichbleibenden Milch, indem die Fettkügelchen in die obere Milchschicht emporgedrängt werden, so dass wir, falls, wie wir ja Eingangs angenommen haben, die Aufrahmung eine vollständige sein sollte, schliesslich zwei Schichten haben würden, von denen die untere keine, die obere alle überhaupt vorhandenen Fettkügelchen enthielte.

Sollte nun aber — und in Wirklichkeit ist es nie anders — *die Aufrahmung keine absolut vollständige sein,* sollten also nicht alle Fettkügelchen der untern Milchschicht durch Serum verdrängt und in die Rahmschicht emporgetrieben werden, so ist klar, dass es nicht mehr passend ist, einen Ausdruck für das Gewicht *sämmtlicher vorhandener* Fettkügelchen aufzustellen, und zwar um so weniger, als ja auch bei vollständiger Aufrahmung die Ortsveränderung sich nicht auf sämmtliche vorhandenen Fettkügelchen erstrecken könnte, vielmehr die von Anfang an in der obersten Milchschicht enthaltenen auf alle Fälle davon ausgeschlossen sein würden. Berechtigter erscheint also nun ein Ausdruck, der sich auf das Gewicht der *aufgerahmten* Fettkügelchen, also derjenigen, um welche schliesslich die Rahmschicht reicher ist als eine gleich mächtige Schicht der ursprünglichen ganzen Milch, bezieht. Bezeichnen wir nun das Volumen dieser Fettkügelchen, welches selbstverständlich kleiner ist als Vf, mit Vf′, so können wir das Gewicht derselben mit Vf′ Sf ausdrücken. Wir schreiben nicht Vf′ Sf′, da mit dem Volumen der in Betracht gezogenen Fettkügelchen natürlich nicht auch deren specifisches Gewicht sich ändert. Ebenso wird auch in dem Ausdrucke Vf Ss nur Vf, nicht aber auch Vs mit dem Primzeichen zu decoriren sein, da ja damit, dass die Aufrahmung als eine nicht absolut vollständige gedacht, der Satz keineswegs umgestossen wird, dass jedes beim Aufrahmen emporsteigende Fettkügelchen durch reines Serum verdrängt werde. Nur erstreckt sich diese Verdrängung nicht auf alle Fettkügelchen sondern blos auf dasjenige Volumen derselben, welches wir oben mit Vf′ ausgedrückt haben. Wir setzen also das betreffende Product = Vf′ Ss. Was nun aber das weiter noch im zweiten Theil unserer Gleichung vorkommende Product Vm Ss betrifft, so werden wir zunächst statt Vs den modificirten Werth Vs′ setzen müssen. Denn statt reines Serum haben wir ja auch in der untern Schicht Serum mit einem Rest von Fettkügelchen: *Entrahmte oder abgerahmte Milch,* die absolut um das gleiche Gewicht von Fettkügelchen hinter einer gleich hohen Schicht ganzer Milch zurücksteht, als die Rahmschicht eine *ihr* an Mächtigkeit gleiche Schicht ganzer Milch übertrifft. Endlich werden wir noch statt Vm den modificirten Werth Vm′ setzen. Warum? Weil wir nach vollendetem Aufrahmen nur das specifische Gewicht der abgerahmten Milch und nicht zugleich auch dasjenige des Rahmes bestimmen wollen, so dass wir auch nur auf diejenige Schicht der ursprünglichen ganzen Milch Rücksicht zu nehmen brauchen, die in Folge des Aufrahmens in abgerahmte Milch übergehen wird. Wir gelangen so zu folgendem Ausdruck für die ganze Gleichung: Vm′ Sm = Vm′ Ss′ — Vf′ Ss + Vf′ Sf (I). In Worten: *„Das Gewicht einer Schicht ganzer Milch ist gleich dem Gewicht einer gleich hohen (nach vollendetem Aufrahmen deren Stelle einnehmender) Schicht abgerahmter Milch minus dem Gewichte eines demjenigen der beim Aufrahmen emporgestiegenen Fettkügelchen gleichen Volumens Serum plus dem Gewichte dieser Fettkügelchen.“*

Nehmen wir nun im Weiteren gerade einen Liter ganze, später in abgerahmte übergehende, Milch an, so dass wir Vm′ = 1 setzen dürfen, so erhalten wir:

$$Sm = Ss' + Vf' Sf - Vf' Ss = Ss' + Vf' (Sf - Ss)$$

$$\text{oder } Vf' = \frac{Sm - Ss'}{Sf - Ss} = \frac{Ss' - Sm}{Ss - Sf}.$$

Nun ist Gf′ = Vf′ Sf und folglich auch

$$= \frac{Ss' - Sm}{Ss - Sf} Sf \text{ (II).}$$

Wenn wir, statt in Kilogrammen, in den hundert Mal kleineren Dekagrammen wägen aber fortfahren, in Litern zu messen, so werden wir in den Zähler noch den Factor 100 setzen müssen. Wollen wir endlich statt der aus dem Liter die aus dem Kilogramm ganzer Milch aufgerahmten Dekagramme Fettkügelchen, also einfach die aufgerahmten Gewichtsprocente Fett angeben, so werden wir in Berücksichtigung des Factums, dass im Kilogramm im Verhältnisse des specifischen Gewichtes der ganzen Milch zu demjenigen des destillirten Wassers weniger enthalten ist als im Liter, das specifische Gewicht der ganzen Milch noch in den Nenner aufzunehmen haben, und gelangen so zur Formel:

$$Gf' = \frac{100 (Ss' - Sm) Sf}{(Ss - Sf) Sm} \text{ (III).}$$

In Worten: *Man erfährt die aus einem gegebenen Gewichte ganzer Milch aufgerahmten Fettprocente, wenn man die hundertfache Differenz des specifischen Gewichtes der abgerahmten und der ganzen Milch mit dem specifischen Gewichte des*

Milchfettes multiplicirt und mit dem Producte der Differenz des specifischen Gewichtes des Milchserums und des Milchfettes in das specifische Gewicht der ganzen Milch dividirt.

Zu dem gleichen Resultate gelangen wir aber auch nach dem folgenden, direct auf's Ziel losgehenden Gedankengange, welchen anzutreten wir, nachdem wir uns zuvor als erst noch milchtrinkende Mathematiker durch die eben ausgeführte Promenade an das mathematische Marschiren etwas gewöhnt haben, nun wohl werden wagen dürfen.

Wodurch unterscheidet sich nach stattgefundener Aufrahmung die untere Schicht der entrahmten Milch von der gleich hohen Schicht ganzer Milch, die vor dem Beginne des Aufrahmens deren Platz eingenommen hatte? *Offenbar dadurch, dass sie um das Gewicht sämmtlicher aus ihr beim Aufrahmen emporgestiegenen Fettkügelchen ärmer, dagegen um das Gewicht eines gleichen Volumens Milchserum reicher geworden ist.* Bezeichnen wir nun entsprechend wie oben das absolute Gewicht, resp. das Volumen und das Specifische Gewicht dieser Schicht vor dem Aufrahmen, also so lange sie noch aus ganzer Milch besteht, mit Gm′, resp. Vm′ und Sm, und nach dem Aufrahmen, durch welches sie zu entrahmter Milch geworden ist, mit Gs′, resp. Vs′ und Ss′, so haben wir als Ausdruck für das Gewicht dieser Milchschicht

vor dem Aufrahmen: $Gm' = Vm' Sm$ und

nach „ „ : $Gs' = Vs' Ss'$. Nun aber ist laut Voraussetzung $Vs' = Vm'$, so dass wir auch schreiben dürfen: $Gs' = Vm' Ss'$. Ferner ist nach dem soeben ausgesprochenen Satze $Vm' Ss' = Vm' Sm - Vf' Sf + Vf' Ss$, worin Vf′ gerade wie bei unserer ersten Betrachtung das Volumen der aufgerahmten Fettkügelchen, Sf das specifische Gewicht derselben und Ss das specifische Gewicht des Milchserums bezeichnet oder auch: $Vm' Sm = Vm' Ss' - Vf' Ss + Vf' Sf$, welche Formel wir sofort als die oben unter (I) angeführte erkennen, so dass wir nicht nöthig haben, daraus nochmals die Formeln (II) und (III) abzuleiten.

Die hier abgeleitete Formel (III) ist mit der an den auf pg. 156 angegebenen Orten publicirten materiell vollkommen identisch. Die blos formelle Abweichung von jener beschränkt sich auf die Wahl einiger Zeichen und Ausdrücke, namentlich des sehr verbreiteten und an sich auch sehr bezeichnenden Ausdruckes „Milchserum", statt des dort gebrauchten „blaue Milch".

Wir werden in unserer Formel für den direct nicht bestimmbaren Factor Ss mit um so mehr Recht den bekannten Factor Ss′ setzen dürfen, je vollständiger die Milch aufgerahmt, je mehr sich also die abgerahmte Milch dem Begriffe des reinen Milchserums genähert hat. Um so mehr wird dann aber auch der Betrag des aufgerahmten Fettes demjenigen des wirklich vorhandenen nahe kommen. Daraus ergibt sich die Wichtigkeit eines verbesserten Aufrahmverfahrens für die Milch-Analyse. Als ein in jeder Hinsicht verbessertes Aufrahmverfahren kann aber von unserm Standpunkt aus nur ein solches bezeichnet werden, welches nicht blos eine vollständigere Aufrahmung gestattet, sondern auch gleichförmigere Resultate liefert, bei welchem also nicht das eine Mal mehr, das andere Mal weniger Fett in der abgerahmten Milch zurückbleibt. Nehmen wir an, es gebe ein Verfahren, bei welchem stets die gleiche Anzahl Fettprocente zurückbleibt, sagen wir z. B. $0{,}_2\%$, dass also Gf (die *vorhandenen* Gewichtsprocente) = Gf′ (die *aufgerahmten* Gewichtsprocente) $+ 0{,}_2$ sein würde, so ist klar, dass wir unsere Formel dadurch corrigiren können, dass wir diese constante Grösse noch als Summanden in dieselbe aufnehmen. Wir können aber in diesem Falle die Formel auch noch mit Bezug auf den Factor Ss corrigiren, indem wir für denselben statt Ss′ allein die Summe $Ss' + 0{,}_{0002}$ setzen. Denn, wie wir unten beweisen werden, ist die Anzahl der aufgerahmten Gewichtsprocente Fett nahezu gleich gross, wie die Differenz der Lactodensimetergrade der abgerahmten und der ganzen Milch, vorausgesetzt, dass für Sf der meist angegebene Werth $0{,}_{942}$ oder doch ein davon nicht bedeutend abweichender gesetzt werden dürfe. Nach diesen weitern Abänderungen nun nimmt unsere Formel folgende Gestalt an:

$$Gf = \frac{100\ (Ss' - Sm)\ 0{,}_{942}}{[(Ss' + 0{,}_{0002}) - 0{,}_{942}]\ Sm} + 0{,}_2.$$

Wir können auch schreiben:

$$Gf = \frac{100\ (Ss' - Sm)\ 0{,}_{942}}{[(Ss' + 0{,}_{00n}) - 0{,}_{942}]\ Sm} + n\ (IV),$$

wenn wir unter n allgemein die bei der Aufrahmung zurückgebliebenen Fettprocente verstehen.

Wenn wir mit Hülfe unserer Formel in irgend einem concreten Falle den Fettgehalt berechnen, so werden wir zu einer Zahl gelangen, die entweder geradezu übereinstimmt mit der Differenz der Lactodensimetergrade der abgerahmten und der ganzen Milch oder doch nur wenig davon abweicht. Es kömmt dies daher, dass einerseits der Grössencomplex 100 (Ss′ — Sm) nichts anderes ist als der zehnte Theil der Differenz der Lactodensimetergrade und anderseits der Quotient $\frac{0{,}_{942}}{(Ss - 0{,}_{942})\ Sm}$ nie erheblich vom Werthe 10 abweichen, in der Regel aber etwas kleiner sein wird. Nehmen wir, um dies einzusehen, zwei bestimmte, hinsichtlich des specifischen Gewichtes der in Frage stehenden Milch möglichst von einander abweichende Fälle an. Der höchste Grad der Lactodensimeterscala von *Quevenne* ist 42, ausdrückend das specifische Gewicht $1{,}_{042}$. Kaum dürfte es je ein Milchserum von so grossem specifischem Gewichte geben; wir wollen aber annehmen, dieser Fall komme wirklich vor. Da nun die schwerste vorkommende Milch einer ganzen Stallung nach *Müller* und *Goppelsröder* 34 Grade zieht, so haben wir für diesen Fall $\frac{0{,}_{942}}{(1{,}_{042} - 0{,}_{942})\ 1{,}_{034}} = 9{,}_1$. Zu dem gleichen Werthe des Quotienten (wenn wir denselben auf eine Decimale abrunden), gelangen wir aber auch, wenn wir der Milch, die ein Serum von 42° enthält, als ganze Milch gedacht, 37° zuschreiben. Nehmen wir nun umgekehrt die leichteste vorkommende ächte Stallmilch von 29° an, welcher ein Serum von 32° zukommen möge, so haben wir

$\frac{0{,}942}{(1{,}032 - 0{,}942)\ 1{,}029} = 10{,}_2$. Der Werth des Quotienten steigt auf $10{,}_4$, wenn wir mit einem Serum von 30° eine ganze Milch von 27°, welche als mit ein Zehntel Wasser versetzt aufgefasst werden müsste, annehmen.

Sämmtliche oben angegebenen Quotientenwerthe steigen um je $0{,}_3$, wenn wir den auf die ganze Milch Bezug habenden Factor, also Sm, aus der Gleichung weglassen, wo dann dieselbe die aus dem *Liter* aufgerahmten Dekagramme, also *s. g. Volumprocente* angibt. Für diesen Fall ist der Werth des Quotienten gerade 10, wenn $Ss = 1{,}0362$, weil dann $Ss - Sf = 0{,}0942$ ist.

Es ist bekanntlich ein häufig vorkommender Fall, dass man den Gehalt von Milch, Wein etc. statt in reinen Gewichtsprocenten (resp. Promilles) in s. g. *Volum*-Procenten oder wie man sie richtiger benennen würde, *Volum-Gewichts*procenten, d. h. Gewichtsprocenten in einem gegebenen Volumen, angibt, und es erscheint dieses Verfahren bei flüssigen Stoffen, die man per Mass und nicht per Gewicht verkauft, in der That vom praktischen Standpunkt aus gerechtfertigt. Es ist es aber auch vom theoretischen, wenn es sich speciell um die aufgerahmten Procente Fett in der Milch handelt, da bei der aufgerahmten Milch das Volumen und nicht das Gewicht gleich geblieben ist. Unsere Milchfettformel III kömmt dann auf die einfachere Form zurück:

$$Gf' = \frac{100\ (Ss' - Sm)\ Sf}{Ss - Sf} \text{ (III A).}$$

Da uns unsere Formel ganz allgemein die Beziehungen angibt, die bestehen zwischen den aufgerahmten Fettprocenten und dem specifischen Gewichte der ganzen und der abgerahmten Milch, des Milchserums und des Milchfettes, so ist klar, dass wir mit Hülfe derselben jeden dieser fünf Factoren berechnen können, vorausgesetzt, dass wir die vier andern kennen. Von praktischer Bedeutung kann nun aber blos unter Umständen die Berechnung des specifischen Gewichtes des Milchfettes und des Milchserums sein, wofür sich die nachfolgenden Formeln aus den obigen ergeben:

$$Sf = \frac{Gf'\ Ss\ Sm}{100\ (Ss' - Sm) + Gf'\ Sm} \text{ (V)} =$$

$$\frac{Gf'\ Ss}{100\ (Ss' - Sm) + Gf'} \text{ (VA)}$$

$$Ss = \frac{100\ (Ss' - Sm)\ Sf}{Gf'\ Sm} + Sf \text{ (VI)} =$$

$$\frac{100\ (Ss' - Sm)\ Sf}{Gf'} + Sf \text{ (VI A)}$$

Es ist denkbar, dass ein nahezu constantes Abhängigkeitsverhältniss bestehe zwischen dem specifischen Gewichte des Milchserums und dem Gehalte desselben an Trockensubstanz, so dass man blos die dem Serum zukommenden Lactodensimetergrade mit einem constanten Factor zu multipliciren habe, um den Gehalt des Milchserums an Trockensubstanz in Procenten zu erfahren. Dem müsste so sein, wenn der relative Gehalt des Milchserums an seinen verschiedenen Bestandtheilen stets nahezu der gleiche sein, oder aber, wenn jeder dieser verschiedenen Bestandtheile (Casein, Milchzucker u. s. w.) nahezu den gleichen Einfluss auf das specifische Gewicht des Milchserums ausüben würde. Wenn nun weiter die oben bezüglich der Aufrahmung gemachte Annahme, wonach zwischen Ss und Ss′ eine constante Differenz bestände, sich bewahrheiten sollte, so müsste es möglich sein, aus dem specifischen Gewichte der abgerahmten Milch mit Leichtigkeit den Gehalt der Milch an der Totalmenge derjenigen Substanzen, welche weder Fett noch Wasser sind, abzuleiten. Bezeichnen wir mit g die Anzahl der dem reinen Serum zukommenden Lactodensimetergrade, mit a jenen vorläufig noch hypothetischen constanten Factor und mit Gst den Gehalt des Milchserums an Trockensubstanz in s. g. Volumprocenten, so haben wir: Gst = ga. Ein kleinerer Gehalt an diesen Substanzen wird natürlich einem gleichen Volumen ganzer Milch zukommen und zwar ein um die *wahren* Volumprocente der vorhandenen Fettsubstanz kleinerer. Bezeichnen wir nun den Gehalt der ganzen Milch an trocken gedachten Serumbestandtheilen in Gewichts-, resp. in s. g. Volumprocenten, mit Gsmt, so erhalten wir: $Gsmt = ga - \frac{ga\ Gf}{94{,}_2}$ oder

$$ga\ \frac{\left(1 - \frac{Gf}{94{,}_2}\right)}{Sm} \text{ (VII)} = ga\left(1 - \frac{Gf}{94{,}_2}\right) \text{ (VII A).}$$

Erinnern wir uns jetzt noch, dass mir mit Gf′ die wirklich aufrahmenden Fettprocente, dagegen mit n die beim Aufrahmen zurückbleibenden, damit zugleich aber auch die Differenz der Lactodensimetergrade des Milchserums und der abgerahmten Milch bezeichnet haben, so kommen wir weiter zu den Formeln:

$$Gsmt = \frac{(g' + n)\ a\left((1 - \frac{Gf' + n}{94{,}_2}\right)}{Sm} \text{ (VIII)} =$$

$$(g' + n)\ a\left(1 - \frac{Gf' + n}{94{,}_2}\right) \text{ (VIII A),}$$

wo g′ die Lactodensimetergrade der abgerahmten Milch bedeutet.

Aus Gleichung VII und VIII, resp. VII A und VIII A, ergeben sich nun noch die nachfolgenden, welche uns gestatten, den Werth jenes vorläufig noch hypothetischen Factors a zu bestimmen.

$$a = \frac{Gsmt\ Sm}{g\left(1 - \frac{Gf}{94{,}_2}\right)} \text{ (IX)} = \frac{Gsmt}{g\left(1 - \frac{Gf}{94{,}_2}\right)} \text{ (IX A).}$$

$$a = \frac{Gsmt\ Sm}{(g' + n)\left(1 - \frac{Gf' + n}{94{,}_2}\right)} \text{ (X)} = \frac{Gsmt}{(g' + n)\left(1 - \frac{Gf' + n}{94{,}_2}\right)} \text{ (XA).}$$

Was gibt es nun für *Mittel*, eine *vollständigere und gleichförmigere Aufrahmung* zu bewirken? Für's Erste ist es eine unsern Sennen längst bekannte Thatsache, dass die Aufrahmung in flachen, d. h. wenig tiefen, Gefässen, *wo die Fettkügelchen weniger hoch zu steigen haben,* rascher vor sich geht. Darin liegt auch die Ueberlegenheit der *Krocker'*-

schen Milchglocke vor *Chevallier's* Cremometer. Weiter ist allgemein bekannt und sozusagen selbstverständlich, dass *in längerer Zeit* mehr aufrahmen wird als in kürzerer. Endlich ist es denkbar, dass es Mittel gebe, die Beweglichkeit der Fettkügelchen dadurch zu steigern, *dass die Zähflüssigkeit des Serums vermindert wird.*

Der Benützung des ersten Mittels steht nun der Uebelstand entgegen, dass in einem flachen Gefässe der Luft eine grössere Angriffsfläche geboten wird, so dass ein früheres Eintreten der Milchsäuregährung zu befürchten ist. Ferner ist klar, dass bei grösserer Oberfläche *der Verlust durch Verdunstung* ein entsprechend grösserer sein muss. Letzterer Umstand ist nun aber für ein Verfahren, das aus der Differenz der specifischen Gewichte der entrahmten Milch und der ursprünglichen Milch den Fettgehalt ableiten will, von grösster Bedeutung und desshalb die Vermeidung eines zu grossen Verlustes geradezu eine conditio sine qua non. Wann ist aber der Verlust *zu gross?* Sobald er das specifische Gewicht der Milch um den zehnten Theil eines Lactodensimetergrades erhöht. Denn bis auf den zehnten Theil eines Lactodensimetergrades genau sollte nach meinem Verfahren das specifische Gewicht der Milch in ihren zwei Zuständen bestimmt werden. Wie viel $cm^3 = g$ Wasser müssten nun aus einem l verdunsten, um jenen als unzulässig erklärten Verlust zu bewirken? Die nachfolgende einfache mathematische Betrachtung gibt uns auf diese Frage eine exacte Antwort.

Bezeichnen wir, wie oben, mit g die Lactodensimetergrade des Milchserums, ferner mit x die Anzahl $g = cm^3$ Wasser, die aus 1 l verdunsten müssen, um eine Steigerung des specifischen Gewichtes des Milchserums um $0{,}_1$ Grad zu bewirken, so haben wir

$$\frac{1000 + g - x}{1000 - x} = \frac{1000 + g + 0{,}_1}{1000}$$, woraus sich nach den nöthigen Reductionen schliesslich ergibt $x = \frac{100}{g + 0{,}_1}$.

Unter der Voraussetzung leichtesten Serums ächter Milch vom specifischen Gewicht $1{,}_{032}$ berechnet sich x auf $3{,}_{115}$, dagegen schwersten Serums vom specifischen Gewicht $1{,}_{040}$ auf $2{,}_{494}$. Diese Werthe reduciren sich natürlich auf den fünften Theil, wenn wir uns für eine Milchprobe statt eines Liters blos zwei Deciliter verwendet denken, also auf $0{,}_{623}$, resp. $0{,}_{499}$.

Auch die Benützung des *zweiten* oben angegebenen, die Aufrahmung begünstigenden Mittels ist mit Schwierigkeiten verbunden. Je länger wir aufrahmen lassen, um so mehr haben wir wieder das Eintreten der Milchsäuregährung zu befürchten. Und auch wenn wir durch Abkühlung (Swartz) oder durch Zusatz geeigneter Stoffe der Milchsäuregährung entgegenwirken würden, so bliebe immer noch der vom praktischen Standpunkt aus schwerwiegende Uebelstand einer bedeutenden Hinausschiebung des Schlussergebnisses der Milchprobe. Die drei Mal 24 Stunden, während welcher, wenn es sich um Butterfabrikation handelt, der Aufrahmungsprocess unterhalten zu werden pflegt, können für die Milchprüfung kaum bewilligt werden. In höchstens zwei Mal 24, am besten aber in blos 24 Stunden sollte die Milchprobe vollendet sein. Was nun die Zusätze zur Milch betrifft, die zum Zwecke, deren Sauerwerden zu verhüten, vorgeschlagen worden sind, so wirkt das in dieser Hinsicht empfehlenswertheste Agens, das *Natronhydrat,* wie ich mich auf Grund zahlreicher vorgenommener Proben überzeugt habe, zugleich auch in der Richtung des *dritten* oben als die Aufrahmung erleichternd bezeichnenden Mittels. Denn innert der gleichen Zeit, z. B. in 24 Stunden, ist die Rahmbildung bei Natronzusatz eine *weit vollständigere* als ohne solchen.

Wie ich den von *Schatzmann* redigirten „*Alpwirthschaftlichen Monatsblättern*", Jahrgang 13, Nr. 11, pg. 164, entnehme, empfiehlt *Fr. Clausnitzer* zum Zwecke einer grösseren Butterausbeute den Zusatz von $1{,}_3$—$1{,}_5$, also im Mittel von $1{,}_4$ pro mille Natronhydrat zur Milch und dreitägiges Aufrahmen, und gelangte dabei der Butterfabrikant *Mouton* bei durch Clausnitzer veranlassten Versuchen im Grossen zu nicht minder günstigen Resultaten als Clausnitzer im Kleinen. Der zu einem rein *technischen* Zwecke gemachte Vorschlag erscheint mir nun aber auf Grund meiner in dieser Richtung angestellten Versuche auch für den *analytischen* Zweck der Milchuntersuchung sehr verwerthbar.

B. Beschreibung von Instrumenten und Verfahren.

Mein verbessertes Verfahren der Milchprüfung setzt den Besitz einiger Instrumente voraus, die von den bisher üblichen etwas abweichen oder ganz neu sind, oder endlich, ohne neu zu sein, doch für diesen speciellen Zweck bis jetzt nicht benützt wurden. Wir wollen sie im Nachfolgenden einzeln durchgehen.

1. Ein *empfindlicheres Lactodensimeter.* Die Grade desselben sollen eine Länge von 4 bis 5 mm haben und in Fünftel getheilt sein, so dass sich Zehntelsgrade noch mit aller Sicherheit schätzen lassen. Damit nun das Scalenrohr nicht unbequem lang werde, reducirt man die Zahl der Grade von 14—42, wie sie beim Quevenne'schen Instrumente vorkommen, auf 25—41. Dieser Umfang der Scala scheint mir vollkommen ausreichend. Denn einerseits verdanken wir der allgemeinen Einführung der *Müller'schen Milchprobe* den tröstlichen Erfolg, dass kaum noch Milch auf den Markt kommen dürfte, die ein geringeres specifisches Gewicht als $1{,}_{026}$ hat, und anderseits ist zu bedenken, dass wenn solche Milch doch vorkommen sollte, dieselbe von vorneherein als stark mit (über ein Zehntel) Wasser vermischt, verworfen werden müsste, und eine Fettbestimmung in derselben — und blos für diese stellen wir ja das Postulat einer weit genaueren Bestimmung des specifischen Gewichtes — kaum noch als nöthig befunden werden dürfte. Was aber die bei den aräometrischen Bestimmungen zulässigen Temperaturen betrifft, so sind fünf Grade über oder unter der Normaltemperatur von 15^0 C das höchste, was wir (und auch Das

nur ungerne) bewilligen können. Der äussere Durchmesser des Scalenrohres darf 4 mm nur wenig übersteigen, wenn 2 dl Milch für eine Probe, *auch nachdem der Rahm entfernt worden,* ausreichen, oder die Lactodensimetergrade nicht unbequem klein ausfallen sollen. Die Erstellung solcher unserm Zwecke accommodirter Lactodensimeter bietet keine technischen Schwierigkeiten. Jeder überhaupt mit der Anfertigung von Aräometern sich beschäftigende Glaskünstler wird einen bezüglichen Auftrag annehmen. Dabei wird man Weisung ertheilen, dass als Fundamentalpunkte die Grade 29 und 37 bestimmt und dann die Hälfte des Abstandes dieser Punkte aufwärts (bis 25) und abwärts (bis 41) aufgetragen werde. Zwar sind die Grade, als die einer Densimeter-, nicht Volumeter-Scala unter sich nicht gleich; die Rechnung wird aber jeden Bedenklichen überzeugen, dass die theoretisch bestehenden Ungleichheiten in unserm concreten Falle, mit so engbegrenzter Scala, sich als so gering herausstellen, dass sie praktisch vernachlässigt werden dürfen. Denn wenn wir annehmen, das Verhältniss zwischen dem Querschnitte des Scalenrohres und dem Volumen des Rumpfes des Aräometers sei so gewählt, dass der Abstand zwischen den Lactodensimetergraden 29 und 37 gerade 40 mm, der einzelne Grad also, wie oben verlangt, 5 mm betrage, so berechnet sich der richtige Abstand von 29 aufwärts bis 25 auf $20{,}_2$ und derjenige von 37 abwärts bis 41 auf $19{,}_8$ mm. Die Abweichung von unserer Vorschrift beträgt also blos $\pm$ $0{,}_2$ mm und ist folglich in der That unmerklich.

2. a) *Ein zum Lactodensimeter passender, in seinem obern Theile graduirter Cylinder,* welcher von Chevallier's Cremometer sich nur dadurch unterscheidet, dass er statt $166^2/_3$ gerade 200 cm^3 fasst, und ein *„Dihylisator“*. Letzteres Instrument ist, weil neu, auf Taf. 8 (in halber natürlicher Grösse) abgebildet. Es ist ein flaches Gefäss mit schwach nach innen geneigtem und, was zweckmässig aber nicht unbedingt nothwendig ist, geripptem Boden. Der untere Verschluss ist ein doppelter, ein oberer unvollständiger und ein unterer vollständiger. Letzterer wird durch ein gewöhnliches Gashähnchen aus Messing gebildet, ersterer besteht aus einem unten kegelförmig zugespitzten Stöpsel. Dieser Stöpsel braucht nicht, wie bei der Krocker'schen Milchglocke, eingeschliffen zu sein, da er ja nicht dicht schliessen, sondern nur das Ablaufen verzögern soll. Wäre er eingeschliffen, so müsste ein schmaler Blechstreifen zwischen Stöpsel und Lager desselben gelegt werden, was allerdings den Vortheil böte, durch die Wahl einer bestimmten Blechstärke die für das Ablaufen offen gelassene Spalte bei allen Instrumenten genau gleich zu machen. So nahe unterhalb des Hahnens, als es die Bequemlichkeit, mit demselben zu manipuliren, zulässt, ist eine Blechscheibe angelöthet, deren Durchmesser etwas grösser ist als derjenige des Cremometers und deren Rand um einige mm nach unten gebogen ist. Das Gefäss ist mit einem schwach gewölbten Deckel versehen, welcher in der Mitte eine kurze, mit einem Kork verschliessbare Röhre und aussen einen federnden, behufs noch dichteren Verschlusses mit einer dünnen Lage Fett bestrichenen Rand trägt. Was das Material von Gefäss und Deckel betrifft, so kann man Kupfer- oder Messingblech, welches man dann aber auf der Innenseite verzinnen muss, verwenden. Indessen genügt schon Weissblech. Das Gleiche gilt auch von der Fussplatte und von dem Stöpsel, wenn letzterer nicht eingeschliffen werden soll, wo mau ihn dann natürlich am besten aus Messingguss anfertigen würde.

b) Statt des Dihylisators und des Cremometers kann auch das ebenfalls auf Taf. 8 in halber natürlicher Grösse abgebildete *„Cremorimeter“* oder *„Galaktanthometer“* und *ein nicht graduirter, aber zum Lactodensimeter passender Glascylinder* verwendet werden. Was nun das Galaktanthometer anbelangt, so hat sich der in der Abbildung angenommene Steigungswinkel nicht bewährt. Wohl hatte es sich bei in geneigten Glasröhren, in Kochfläschchen, in einem, mit Ausnahme der Messröhre, aus Weissblech angefertigten Apparate angestellten Vorversuchen gezeigt, dass die Butterfettkügelchen im Stande sein können, einen Winkel von 30^0 zu überwinden. Nun aber scheint es nicht möglich zu sein, der in Betracht kommenden Fläche *des ganz aus Glas angefertigten* Instrumentes diejenige Ebenheit und Glätte zu geben, wie sie bei den Vorversuchen bestand, so dass ich für das Galaktanthometer einen Steigungswinkel von wenigstens 45^0 verlangen muss. Der Vorzug, den dieses Instrument vor dem Cremometer, wie es nun gewöhnlich ausgeführt wird, haben soll, besteht natürlich lediglich darin, dass die Steighöhe der Butterfettkügelchen vermindert erscheint. Uebrigens reicht auch ein einfacher Cylinder, der so weit ist, dass bei einem cubischen Inhalte von 2 dl die Milchsäule nicht mehr als ca. 1 dm hoch wird, aus. Es sei mir hier die Bemerkung gestattet, dass man die Form des Cremometers seit Chevallier, seinem Erfinder, in der Absicht, es zugleich auch zur Aufnahme des Lactodensimeters geeignet zu machen, vielleicht auch um die Grade zu vergrössern, immer mehr verschlechterte, indem man sie immer höher machte. Nun wird doch gewiss der zur Milchprobe nöthige Gesammt-Apparat dadurch weder wesentlich vergrössert noch vertheuert, wenn noch ein gewöhnlicher, nicht graduirter, zum Lactodensimeter passender Glascylinder hinzukömmt und das Cremometer ausschliesslich seinem ursprünglichen Zwecke, als Aufrahmgefäss zu dienen, wiedergegeben wird. Denkt man aber beim Cremometer an keinen weitern als an diesen ursprünglichen Zweck, so wird man einen verhältnissmässig weiten und niedern Cylinder, wie wir ihn oben angegeben haben, und wo ein Grad, entsprechend einem Procent Rahm, die Länge eines Millimeters hat, für vollkommen zweckentsprechend gelten lassen müssen. Es bedarf keiner besondern Uebung, ein halbes mm noch zu schätzen, d. h. im gegebenen Falle den Rahmgehalt bis auf ein halbes Procent noch abzulesen. Und Das ist denn doch gewiss für den praktischen Zweck der Milchprüfung mehr als ausreichend. Also fort mit diesen sich immer mehr „breitmachenden“ und doch dabei statt in die Breite vielmehr in

in die Höhe wachsenden langgestreckten Röhren, in denen das Aufrahmenso sehr erschwert ist! Kehren wir zur ältern Form zurück, oder noch besser, lassen wir uns von der reactionären Strömung, da sie nun doch einmal die richtige ist, so weit tragen, als sie uns überhaupt zu tragen vermag, indem wir einerseits das Maximum der Steighöhe für die Butterfettkügelchen auf 1 dm oder auf noch weniger reduciren und anderseits das Milchquantum bis auf 2 dl erhöhen. — Dass es zweckmässig ist, das Cremometer unmittelbar über dem Boden mit einem Tubulus zu versehen, was erlaubt, rasch die entrahmte Milch abzulassen, statt mühsam den Rahm abzuschöpfen, wird seit einigen Jahren auch in weitern Kreisen anerkannt. Allein schon mit dieser Anerkennung ist der doppelte Zweck, dem das Cremometer dienen sollte, aberkannt worden. Denn man wird doch die entrahmte Milch nicht aus dem Cremometer wieder in ein Cremometer ablassen wollen, um dann darin das specifische Gewicht derselben zu bestimmen?

3. Eine gewöhnliche als Mischgefäss dienende *Flasche* mit Glasstöpsel, die *reichlich 2 dl* fasst, eine *1 cm³-Vollpipette* und *6 N-Natronlauge*. Unter letzterer verstehe ich kaustische Lauge, die im Liter 6 Aequivalente in Grammen, also 240 g, reines Natronhydrat enthält. Eine solche Auflösung besitzt nach der von mir vorgenommenen pyknometrischen Bestimmung bei 15° C, bezogen auf Wasser von der gleichen Temperatur, ein specifisches Gewicht von $1{,}_{2277}$, und wiegen folglich 5 cm³ davon, welche zur Alkalisirung von 1 l Milch ausreichen, $6{,}_{1385}$ g. Durch den Zusatz dieser Dosis Natronlauge sollte nun das specifische Gewicht der Milch um 1 in der dritten Decimale, d. h. um 1 Lactodensimetergrad steigen. Denn wenn wir zu 1 l Milch 5 cm³ (zu 2 dl 1 cm³) Lauge setzen, so muss das Gewicht um $6{,}_{14}$ g, das Volumen dagegen, vorausgesetzt, dass in Folge des Zusatzes weder Contraction noch Expansion eintrete, blos um 5 cm³ steigen. Das neue specifische Gewicht der Milch muss folglich in dem Quotienten $\frac{Sm + 0{,}_{00614}}{1{,}_{005}}$ seinen Ausdruck finden. Ist nun dasselbe wirklich um einen Lactodensimetergrad gestiegen, d. h. auf $Sm + 0{,}_{001}$ gekommen, so besteht die Gleichung:

$$\frac{Sm + 0{,}_{00614}}{1{,}_{005}} = Sm + 0{,}_{001},$$

woraus sich Sm auf $1{,}_{027}$ berechnet. Nun ist, wie wir wissen, normale Milch immer etwas schwerer als $1{,}_{027}$, aber nicht so viel, dass hiedurch die Richtigkeit unseres Satzes, das specifische Gewicht der Milch sollte durch den Natronzusatz um einen Lactodensimetergrad steigen, umgestossen würde. Denn berechnen wir nach obiger Formel die Steigerung des specifischen Gewichtes für den Fall schwerster normaler Milch von $1{,}_{034}$, so kommen wir auf den Werth $1{,}_{03496}$ oder auf 4 Decimalen abgerundet, auf $1{,}_{0350}$. Dennoch habe ich, die nöthige Reduction auf die Normaltemperatur von 15° C (durch den Natronzusatz und wohl mehr noch durch die Manipulation des Mischens steigt die Temperatur immer etwas) natürlich vorausgesetzt, nie eine grössere Steigerung des specifischen Gewichtes als um 5—8 (meistens letzteres) in der vierten Decimale, d. h. also um $0{,}_5$—$0{,}_8$ Lactodensimetergrad beobachtet. Das Resultat war ein entsprechendes, wenn ich zehnmal schwächere Natronlauge ($0{,}_6$ N), welcher bei 15° C ein specifisches Gewicht von $1{,}_{0277}$ zukömmt, zusetzte, wo stets eine grössere Abnahme des specifischen Gewichtes (in einem Falle um 5 statt 2, in einem andern um 9 statt 4 in der vierten Decimale) beobachtet wurde, als die Rechnung verlangte. Es bleibt also nichts anderes als die Annahme übrig, dass in Folge der Einwirkung des Natrons auf die Milchbestandtheile eine kleine Expansion des Ganzen, um $^1/_{5000}$ bis $^1/_{2000}$ stattfinde. Dass diese Einwirkung auf das *Serum* stattfindet, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man Milch ohne Natronzusatz im Dihylisator aufrahmen lässt und dann zu der abgelaufenen, nur noch einen Bruchtheil eines Procentes Fett enthaltenden entrahmten Milch die berechnete Menge Natron setzt. Sogleich tritt die charakteristische grünliche Färbung und der nicht minder charakteristische nicht gerade angenehme Geruch ein, und man findet ein kleineres specifisches Gewicht, als die Rechnung verlangt.

Wir könnten nun direct zur Darlegung des Gebrauches der eben beschriebenen Instrumente übergehen, finden es aber doch für angemessen, vorher noch einen kleinen Excurs über die correctesten Bezeichnungen derselben uns zu gestatten. Mit Vorliebe haben Physik und Chemie sich von jeher griechischer Ausdrücke bedient. Diese Vorliebe erscheint berechtigt nicht nur mit Rücksicht darauf, dass weil die griechische Sprache als todte Sprache nicht geeignet ist, die Eitelkeit der verschiedenen jetzt lebenden Nationen wachzurufen (woran auch die politische Stellung der modernen Hellenen kaum etwas ändern dürfte), dieser Sprache entnommene Ausdrücke weit mehr Aussicht haben, allgemein angenommen zu werden als solche, die irgend einer lebenden entlehnt wären, sondern auch mit Rücksicht auf die, im Gegensatze zu dem in dieser Richtung weit weniger fügsamen Lateinischen, dem Griechischen zukommende Fähigkeit, ähnlich wie im Deutschen, verschiedene Hauptwörter zu einem neuen verbinden zu können. Greifen wir also in unsere Erinnerungen aus der Zeit unserer „classischen Studien“ zurück oder, ehrlich gesagt und exact gesprochen, schlagen wir in dem aus jener schönen Zeit noch aufbewahrten deutsch-griechischen Wörterbuche nach! Wir begehen diesen Einfall in das Gebiet der Philologen mit um so grösserer Herzhaftigkeit, als wir vollkommen sicher sind, von keiner griechischen Phalanx feindlich empfangen zu werden. Denn als ich einmal einen alten Studienfreund, welcher gross ist auf dem Boden der Sprachvergleichung, um seinen fachkundigen Rath bat, da wurde mir der Bescheid, das gleiche Ansinnen sei auch dem Philologen *Ritschl* gemacht worden. Der habe aber seine Mithülfe mit der Erklärung abgelehnt, die Entwickelung der alten Sprachen sei für den Philologen abgeschlossen; wenn die Naturforscher neue Wörter zur Bezeichnung ihrer neuen Begriffe construiren wollten, so sei ihnen diesfalls volle Freiheit gewährt. Von dieser Freiheit also wollen wir

Gebrauch machen. Es schien aber doch gut, diese Erklärung vorauszuschicken, um für den Fall, dass wir in unsern Wortconstructionen Unglück haben sollten, uns von vorneherein die Absolution gesichert zu haben.

Als Bezeichnungen für „Rahm“ finde ich angegeben: γραυς, το του γαλακτος παχυ oder πιον oder ἀνθος. Von γραυς wollen wir von Anfang an absehen. Denn ziehen wir in Betracht, dass der gleiche Ausdruck auch ein altes Weib und eine Art Seekrebs bedeutet, so bekommen wir zwar wohl eine hohe Meinung von der Phantasie oder dem Witze, die den alten Griechen gestatteten, zwischen Dingen, die unserer modernen Auffassung nach so verschieden sind, eine Aehnlichkeit herauszufinden, können uns aber unmöglich für einen so vielbedeutenden oder tiefsinnigen Ausdruck entscheiden. Auch die Ausdrücke παχυς und πιων, von welchen der erstere einen deutlichen Beigeschmack von „dick“ hat, der letztere aber auch mit „feist“ übersetzt werden könnte, sind nicht im Stande, unser Wohlgefallen zu erregen. Dagegen ist ἀνθος ganz dazu angethan, im Sturme unsere volle Sympathie zu erobern. Denn da dieses mit ἀνα und ἀνω zusammenhängende Wortgebilde ganz allgemein etwas Aufgehendes, Aufsprossendes, alles oben Befindliche, das Höchste und Köstlichste bedeutet, so entspricht es in adäquatester Form dem Begriffe, den wir mit dem Ausdrucke „Rahm“ verbinden. Denn er ist ja das in der Milch Aufgehende, das schliesslich oben Befindliche, er ist für unsern Geschmack und unsere Erkenntniss das Köstlichste in der Milch! Ja auch für unsere Erkenntniss. Denn diese sagt uns, dass wir die übrigen Bestandtheile der Milch, Proteinstoffe, Kohlenhydrate und Salze, auch in Form anderer Nahrungsmittel in vorzüglicher Qualität uns verschaffen können, aber wo sonst, in was für einem allgemein zugänglichen und immer noch verhältnissmässig sehr billigen Nahrungsmittel finden wir das Fett in jenem fein zertheilten, der Verdauung so wenig Schwierigkeiten bereitenden Zustand als eben in der Milch? Geben wir also dem Instrumente, das uns gestattet, das in der Milch „Aufsteigende“, das „Köstlichste“, die „Blume“ derselben zu bestimmen, geben wir dem verbesserten Cremometer, indem wir auch das Wort verbessern, den Namen *„Galaktanthometer“!* „Cremometer“ klingt auch gar zu particularistisch französisch, so dass wir, insofern wir uns nicht scheuen, Lateinisches mit Griechischem zu verbinden, oder wenn wir dem latinisirten griechischen „metrum“ die Berechtigung des Ausspruches: „Civis Romanus sum“ zuerkennen wollen, denn doch noch lieber „Cremorimeter“ schreiben werden.

Während das Galaktanthometer in erster Linie zur Messung des Rahmes und erst in zweiter zur Gewinnung eines möglichst von Butterfettkügelchen befreiten Milchserums dienen soll, ist es beim Dihylisator umgekehrt. Von ihm wird mehr in der letztern Richtung erwartet. Da ich nun angegeben finde, dass die medicinischen griechischen Schriftsteller etwas „Abgeklärtes“ mit dem Ausdrucke διυλισμα bezeichneten, und unser Instrument in dem fast reinen Milchserum wirklich etwas Abgeklärtes liefert, so scheint mir die Bezeichnung „Dihylisator“ für dasselbe nicht unpassend zu sein. Es scheint mir Das auch dann noch der Fall zu sein, wenn die eigentliche Bedeutung des Verbums διυλιζω, welches auch mit „durchseihen“, „filtriren“ übersetzt werden kann, die des „Hindurchgehenlassens eines Stoffes“ sein sollte. Denn man beabsichtigt ja bei diesem Instrument in der That einen Stoff, die möglichst von den Butterfettkügelchen befreite Milch, hindurchgehen zu lassen, einen andern, den Rahm, dagegen zurückzubehalten. Mit der Endsilbe „ator“ sind wir nun freilich ganz plötzlich und unvermerkt vom Sprachgebiete des alten Hellas auf dasjenige Roms gerathen. Allein angesichts der Zwitterstellung, welche „die ewige Stadt“ in der Culturhistorie nun einmal einnimmt, und mit Rücksicht auf den modernen Geschmack, dem ein διυλιστης, ein „Dihylist“, auch gar zu wenig munden dürfte, haben wir der Sprachenvermengung diese Concession machen müssen.

Doch ich höre das Commando: „Schuster zum Leist zurück!“ Kehren wir also zum „Leist“, d. h. zu dem vorgeschlagenen Milchprüfungsverfahren zurück, dessen *praktische Ausführung* zu beschreiben uns immer noch erübrigt.

Nach den früheren ausführlichen Auseinandersetzungen werden wir uns aber diesfalls wohl mit der nachfolgenden kurzen Vorschrift begnügen dürfen.

Wir messen im Cremometer oder im Galaktanthometer 2 dl Milch ab, giessen sie in die Mischflasche über, wo wir mit Hülfe der Pipette 1 cm^3 6 N = Natronhydrat zusetzen und das Ganze, indem wir die Flasche einige Male umkehren, gut mengen. Hierauf giessen wir die so alkalisirte Milch in das Cremometer zurück oder aber in den gewöhnlichen Glascylinder und bestimmen Temperatur und specifisches Gewicht, letzteres bis auf die 4. Decimale mit Hülfe des empfindlicheren Lactodensimeters. Je nachdem wir nun dem Aufrahmen im Dihylisator oder im Galaktanthometer den Vorzug geben, führen wir die Milch in das eine oder in das andere Instrument über, wenn in den Dihylisator, natürlich erst, nachdem wir zuvor im Cremometer das Volumen der Milch genau auf 2 dl gestellt haben. Im Dihylisator reichen 24 Stunden zum Aufrahmen bei gewöhnlicher Milch vollkommen aus. Wir setzen denselben dann auf das Cremometer, ziehen, ohne den Deckel zu heben (was nur beim Aufgiessen der Milch nöthig gewesen ist) den Kork aus und öffnen den Hahn. Es wird eine grünliche, durchscheinende, in ihrem Aussehen sehr an Molken erinnernde Flüssigkeit abfliessen. Da das Abfliessen durch den Stöpsel bedeutend verlangsamt ist, so ist auch bei gänzlich geöffnetem Hahn erst von dem Augenblick an Aufmerksamkeit nothwendig, wo 1,6 dl = 80% abgeflossen sind. Das immer langsamere Abfliessen bereitet auf den Moment vor, wo der erste Tropfen Rahm erscheint, und wo dann die bereits an den Hahn gelegten Daumen und Zeigefinger denselben mit einem Ruck umdrehen. Wir bestimmen nun zunächst das Volumen der abgelaufenen Milch, um wie bei dem Verfahren von *Krocker,* aus dem Minus desselben gegenüber

demjenigen der ganzen Milch die auf dem Dihylisator liegengebliebene Rahmmenge abzuleiten. Endlich bestimmen wir noch die Temperatur und das specifische Gewicht der entrahmten Milch.

Mancher wird indess das Aufrahmen im Galaktanthometer vorziehen, da der Gebrauch des Dihylisators mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist, die in den Augen des Eint' und Andern als wirkliche Uebelstände erscheinen dürften. Nicht zwar, dass darin ein wirklicher Uebelstand läge, dass die entrahmte Milch bei Einhaltung obiger Vorschrift etwas langsam abfliesst. Diese Vorschrift ist eben nur im Interesse grösserer Sicherheit gegeben und eigentlich nur für Denjenigen verbindlich, welcher sich erst mit dem Verfahren bekannt machen will. Traut sich dagegen Einer die Geschicklichkeit zu, den Deckel zu lüften, ohne die „Milchruhe" erheblich zu stören, so mag er dies thun und dann auch den Stöpsel heben und so lange gehoben halten, bis die Rahmschicht die Peripherie des Bodens zu berühren beginnt, um endlich zu allerletzt noch Gebrauch vom Hahnen zu machen. Oder man kann auch ausschliesslich von diesem Gebrauch machen und den Stöpsel von Anfang an (schon vor dem Aufrahmen) entfernen, also gänzlich beseitigen. Dagegen steht fest, dass es keineswegs so ganz leicht ist, zu erkennen, welches der erste Tropfen Rahm ist. Nicht jede Milch zeigt sich in dieser Hinsicht gleich, und bedarf es desshalb einiger Erfahrung. um der Besonderheit des Falles die richtige Würdigung angedeihen zu lassen. Ein weiterer Uebelstand liegt darin, dass, wenn während des Aufrahmens die Temperatur eine sehr bedeutende Veränderung erlitten haben sollte (das Aufrahmungslocal sollte freilich so gelegen und die zu prüfende Milch vor der ersten Probe so weit abgekühlt sein, dass dies gar nicht vorkommen kann), dann der ganze aus der Veränderung des Volumens sich ergebende Fehler auf die Rahmmessung fällt, währenddem, wenn das Aufrahmen in einem graduirten Gefässe (Cremometer, Galaktanthometer) stattgefunden hat, nichts leichter ist, als auf Grund der directen Beobachtung der eingetretenen Volumenveränderung die nöthige Correctur eintreten zu lassen. Freilich hat das Aufrahmen im Galaktanthometer dann wieder den Nachtheil, dass es nie so vollständig geschieht als im Dihylisator. Jedenfalls wird man beim Ablassen der entrahmten Milch aus dem Galaktanthometer nicht weiter gehen als bis zu dem Quantum, das nöthig ist, um das Lactodensimeter schwimmend zu erhalten. Der Rahm ist ja bereits positiv bestimmt, und hätte folglich hier eine negative Messung keinen Zweck mehr.

Schon aus dem Gesagten ergibt sich, dass die beim Gebrauche des Galaktanthometers erhaltenen Resultate nicht unmittelbar vergleichbar sind mit denjenigen, welche die Benutzung des Dihylisators liefert. Die dem letztern entnommene entrahmte Milch wird immer etwas schwerer sein als die aus dem Galaktanthometer. Es kömmt aber noch hinzu, dass auch der Rahm nicht von gleicher Beschaffenheit ist. Ist derselbe schon im Galaktanthometer weniger voluminös als im gewöhnlichen Cremometer, so ist er es noch weniger im Dihylisator. Das Verhältniss zwischen den Rahmprocenten und Fettprocenten ist also bei diesem Instrument ein anderes, d. h. ein kleineres als beim Galaktanthometer. Man wird also consequent mit dem einen oder mit dem andern Instrument arbeiten müssen, wenn man direct unter einander vergleichbare Resultate mit verschiedenen Milchsorten erhalten will.

Da bei dem beschriebenen Verfahren die Bestimmung des specifischen Gewichtes von so entscheidender Bedeutung ist, so hat sie mit der nöthigen Sorgfalt zu erfolgen. Man vergesse nie, dass die Milch keine homogene Masse sondern ein mechanisches Gemenge ist, welches ohne Unterlass bestrebt ist, sich nach dem Unterschiede des specifischen Gewichtes der Gemengtheile zu entmischen. Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes der ganzen Milch enthebe man also die für eine Probe nöthigen 2 dl einem unmittelbar vorher gehörig durcheinander gemengten grösseren Milchquantum. Man gebe sich auch nicht gerade mit der ersten Ablesung am Lactodensimeter zufrieden. Wohl mag man dieses zunächst wiederholt auf- und abwärts oscilliren lassen und es so zugleich zur Erzielung einer noch vollständigeren Gleichförmigkeit in der Mischung benützen. Dann aber wische man mit Schnitzeln von Filtrirpapier von oben herunter das ganze Scalenrohr bis wenigstens zu dem Theilstriche, bis zu dem es eingesunken war, ab, währenddem man das Instrument circa 1 cm hoch emporgehoben hält. Ueberlässt man es nun wieder sich selbst, so wird es langsam bis zu einem Theilstriche sinken, *der sicher etwas höher,* (d. h. mit Bezug auf das specifische Gewicht; mit Bezug auf das Scalenrohr ist er natürlich tiefer gelegen) *liegt als der vorher abgelesene;* hiebei kann man durch Klopfen auf die Tischplatte, auf der das Gefäss steht, etwas nachhelfen. Diese Art zu verfahren ist, namentlich bei der ganzen Milch, durchaus nothwendig, um zu einem richtigen Resultate zu gelangen. Denn es ist ja klar, dass das Instrument, dessen aus der Flüssigkeit emporragender Theil benetzt ist, schwerer sein muss, als es sonst wäre. Das macht aber sehr bald einige Zehntelsgrade aus, um welche man dann die Flüssigkeit für zu leicht hält. Es ist gut, das Instrument nach erfolgter Ablesung noch einige Male um circa 1 cm zu heben und darauf wieder fallen zu lassen. Denn man sollte durchaus drei unter sich übereinstimmende Ablesungen haben.

Nach den von uns oben aufgestellten Formeln lässt sich auf Grund der bei der Milchprobe erhaltenen Daten der Fettgehalt und der Gehalt an den übrigen Milchbestandtheilen berechnen, vorausgesetzt natürlich, dass man die betreffenden constanten Factoren kennt, und diese Factoren wirklich einen constanten oder doch wenigstens innert nicht zu weiter Grenzen schwankenden Werth haben. Für die praktischen Bedürfnisse der Milchprüfung wird aber in den meisten Fällen die Berücksichtigung der einfachen Regel genügen, *dass eine Milch um so reicher an Fett ist, je grösser die Differenz*

zwischen dem specifischen Gewichte der entrahmten und der ganzen Milch, und um so reicher an den übrigen Milchbestandtheilen, je grösser das specifische Gewicht der entrahmten Milch ist.

Etwelche Beachtung dieser theoretischen Regel, sowie auch der oben bezüglich der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch, besonders der ganzen, gegebenen praktischen, und endlich den Natronzusatz möchte ich auch Denjenigen empfehlen, welche die neu vorgeschlagenen Instrumente für noch nicht genügend erprobt oder deren Gebrauch für zu schwierig oder umständlich erachten sollten und es vorziehen, sich mit den bisherigen zu behelfen. Es ist schon damit ein in meinen Augen nicht unwesentlicher Fortschritt erzielt. Es thut einem wirklich in den Augen weh, wenn man in polizeilichen Zusammenstellungen von vorgenommenen Milchproben unmittelbar neben einander äusserst geringe Differenzen der Lactodensimetergrade der entrahmten und der ganzen Milch und bedeutende Rahmprocente angegeben findet. Bei einem einigermassen verbesserten Verfahren werden solche „Ungereimtheiten“ verschwinden.

Im Uebrigen muss die Erfahrung lehren, ob die oben hinsichtlich nicht zu grosser Schwankungen im specifischen Gewichte des Milchfettes gemachte Voraussetzung, wie wir jetzt noch hoffen, zutrifft oder aber nicht. So viel hat mich die Erfahrung bereits gelehrt, dass mein Verfahren nicht anwendbar ist bei der Milch von Kühen, die bei der Fütterung allzu reichlich mit den in der Bierbrauerei abfallenden Malztrebern bedacht sind. Solche Milch zeigt einen solchen Grad von Trägheit beim Aufrahmen, dass ich daran verzweifle, sie meinem Verfahren unterwerfen zu können.

Noch bemerke ich gegenüber Denjenigen, welche behaupten, eine genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes der ganzen Milch sei überhaupt nicht möglich, übereinstimmende Resultate bei verschiedenen nach einander vorgenommenen Proben einer und derselben Milch nicht erhältlich, dass meine einschlägige Erfahrung (welche allerdings hierin, wie in der Milch-Analyse überhaupt, eine mehr intensiv als extensiv bedeutende zu heissen ist), nicht für diese Behauptung spricht. Freilich habe ich Milch nie früher als 8—10 Stunden nach dem Melken geprüft. Von diesem Zeitpunkt an aber stimmten die Resultate der verschiedenen mit derselben Milch vorgenommenen Prüfungen immer mit einander überein, wenn dieselben auch einen oder zwei Tage später, nachdem zuvor Rahm und blaue Milch wieder gehörig mit einander vermengt worden waren, angestellt wurden. Die grösste Abweichung, die ich bei Einhaltung der oben angegebenen Vorsichtsmassregeln beobachtete, war $0{,}_1$ Lactodensimetergrad.

C. Eine Milch-Analyse als Beleg und zur Ergänzung.

Dieselbe wurde von mir, was die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes betrifft, im Wesentlichen nach dem auf pag. 15 et ss beschriebenen Verfahren zum Zwecke ausgeführt, einmal die Wirksamkeit des Natronzusatzes behufs besserer Aufrahmung zu ermitteln, dann die drei Aufnahmgefässe, Cremometer, Galaktanthometer und Dihylisator, in ihren Leistungen mit einander zu vergleichen und endlich das specifische Gewicht der Butterfettkügelchen, sowie auch den Werth des Factors a (in Gleichung VII etc.) zu bestimmen.

Es war Morgenmilch vom 3. August 1881, herstammend von einer sechs Jahr alten Kuh, die im vorhergegangenen Frühling das fünfte Kalb zur Welt gebracht hatte.

Ich nahm die Analyse dieser Milch sowohl in 5 cm^3- als in 1 cm^3-Proben vor, stets eine *(Oertling'*sche) Waage benützend, die bei den bei unserer Milch-Analyse vorkommenden Belastungen $0{,}_1$ mg noch sehr deutlich erkennen lässt. Bei den im Nachfolgenden mitgetheilten Resultaten ist natürlich mehr auf diejenigen der grösseren als der kleineren Proben Rücksicht genommen. Auch sonst sind die mitgetheilten Zahlen nicht als nach dem, hier sehr übel angewandten, Gleichberechtigungs-Principe berechnete *„arithmetische“* Mittel aufzufassen. Es verdient eben, wie jeder erfahrene Analytiker weiss, nicht jeder Versuch dasselbe Vertrauen, wenn auch anderseits, die Vermeidung grober Fehler selbstverständlich vorausgesetzt, auch keiner gänzlich unberücksichtigt bleiben darf. Die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes in der ganzen Milch wurde nicht nur mit Proben reiner Milch vorgenommen, sondern auch mit solchen von Natronmilch. Im letzteren Falle wurde aber zur zuvor abgemessenen *und* abgewogenen Probe Essigsäure in kleinem Ueberschusse zugesetzt, so dass Gerinnen eintrat. Dasselbe geschah auch mit den verschiedenen Proben der durchgängig Natron enthaltenden entrahmten Milch.

Das *specifische Gewicht* der ganzen Milch stellte sich auf $1{,}_{0311}$, während dasjenige der Natronmilch auf $1{,}_{0319}$.

Die *Trockensubstanz* in der ganzen Milch wurde zu $11{,}_{70}$ *Gewichts-* oder $12{,}_{06}$ *s. g. Volumprocenten* gefunden. Zu dem gleichen Resultate gelangte ich auch bei der Untersuchung der Natronmilch, wenn ich die Streckung des Volumens derselben durch den Natronzusatz von 1000 auf $1005{,}_2$ in Rechnung, sowie auch das schliesslich darin vorhandene Natriumacetat (in 1000 cm^3 $2{,}_{46}$ g) in Abzug brachte.

Der *Fett*-Gehalt der ganzen Milch betrug $2{,}_{82}$ *Gewichts-* oder $2{,}_{92}$ *s. g. Volumprocente,* der Gehalt an *trocken* gedachten *Serums*-Bestandtheilen folglich $12{,}_{06} - 2{,}_{92} = 9{,}_{14}$ *s. g. Volumprocente.*

Nach 16 Stunden Aufrahmung wurden im Cremometer 11, im Galaktanthometer $15^1/_2{}^0/_0$ Rahm abgelesen, nach den üblichen 24 Stunden aber im Cremometer $12^1/_2$, im Galaktanthometer 13 beobachtet, und aus dem Dihylisator $8^1/_2{}^0/_0$ erhalten.

Die *Temperatur im Aufrahmlocal* hatte zwischen 15 *und* $17{,}_2{}^0$ *C.* (Metall-Maximum- und Minimum-Thermometer von *Hermann und Pfister* in Bern) geschwankt.

Das Gewicht des einen der beiden aufgestellten Dihylisatoren hatte um $0{,}_{06}$, dasjenige des andern um höchstens

0,04 g abgenommen. Die stattgefundene *Verdunstung* ist also ohne Einfluss auf das specifische Gewicht.

Die *entrahmte Milch* aus dem *Dihylisator* zeigte 35,2, diejenige aus dem *Galaktanthometer* 35,1, die aus dem *Cremometer* endlich 34,8 Lactodensimetergrade.

Fett wurde gefunden in der aus dem *Dihylisator* abgelaufenen Milch 0,10, in der aus dem *Galaktanthometer* 0,16, in der aus dem *Cremometer* 0,33 *s. g. Volumprocente.*

Daraus ergibt sich die nachfolgende Zusammenstellung der beim Aufrahmen zurückgebliebenen und emporgestiegenen Fettprocente und der Differenzen zwischen den Lactodensimetergraden der ganzen und der entrahmten Milch.

	aus dem Dihylisator	Galaktanthometer	Cremometer
Fettprocente, zurückgeblieben	0,10	0,16	0,33
„ emporgestiegen	2,82	2,76	2,59
Differenz zwischen den Graden	3,3	3,2	2,9

Die Zahlen, die den Fettprocenten Ausdruck geben, sind das Resultat einer von der Natronmilch auf reine ganze Milch gemachten Umrechnung. Direct auf die Natronmilch bezogen, stellen sich sämmtliche, die emporgestiegenen Fettprocente ausdrückenden Zahlen um 1 in der zweiten Decimale tiefer, also auf 2,81, resp. 2,75 und 2,58. Berechnen wir nun mit Zugrundlegung der letztern Zahlen nach der Formel (V A), wobei wir als Werth von Ss 1,0353 annehmen wollen, den Werth von Sf, so erhalten wir mit Benützung der Daten der

Dihylisator-Probe Sf = 0,926,
Galaktanthometer-Probe = 0,927,
Cremometer-Probe = 0,931.

Erstere Zahl halte ich für die zuverlässigere. Dennoch und obgleich auch früher angestellte Analysen übereinstimmend darauf deuten, dass bei *mit Natron versetzter Milch* die Differenz zwischen den Lactodensimetergraden der entrahmten und der ganzen Milch grösser sei als die Zahl der emporgestiegenen Fettprocente, so halte ich es doch noch nicht an der Zeit, die auf pag. 38 u. 39 angestellten Betrachtungen im Sinne der Substitution des Werthes 0,926 für 0,942 umzugestalten, sondern möchte lieber noch weitere Erfahrungen sammeln. Darauf sei aber schon hier hingewiesen, dass „Milchfett" und „Milchfettkügelchen" wohl correlative, keineswegs aber congruente oder identische Begriffe bezeichnen. „Milchfett" scheint mir ein rein chemischer, „Milchfettkügelchen" dagegen ein mehr morphologischer Begriff zu sein. Ich habe nirgends finden können, wie man zu der Zahl 0,942 als Ausdruck für das specifische Gewicht des Milchfettes gelangt ist. Sollte dieselbe das Resultat einer Bestimmung sein, deren Object isolirtes reines Milchfett bildete, so kann dieselbe unmöglich ohne Weiteres als auch für die Milchfettkügelchen gültig angesehen werden. Auch wenn diese aus weiter nichts denn aus Fett bestehen sollten, so wäre damit keineswegs gesagt, dass dasselbe, so lange es noch in Form von Kügelchen in der Milch suspendirt ist, den gleichen Dichtigkeitszustand haben müsse, wie wenn es für sich isolirt ist. Es kömmt aber noch die „Serums-Atmosphäre" der Milchfettkügelchen hinzu, viel bestritten wie die Gas-Atmosphäre des Mondes. Wäre ich geneigt, aus meiner Analyse voreilig Schlüsse zu ziehen, so würde ich, was diesen Punkt betrifft, darauf aufmerksam machen, dass das specifische Gewicht der Milchfettkügelchen sich für die (unvollständigste) Aufrahmung im Cremometer am grössten und für die (vollständigste) im Dihylisator am kleinsten erzeigt hat, ferner, dass das beim Aufrahmen niedergesunkene Serum oder richtiger der Trockengehalt desselben das emporgestiegene Fett nicht deckt. Die im Dihylisator emporgestiegenen 2,82 s. g. Volumprocente entsprechen 2,82 : 0,926 = 3,05 wahren Volumprocenten. Da ich nun in der aus dem Dihylisator stammenden entrahmten Milch (von der Natronmilch auf reine ganze Milch umgerechnet) 9,39 s. g. Volumprocente Nichtfett-Trockensubstanz gefunden habe, so wird als Gehalt des völlig reinen Serums daran wohl 9,4% anzunehmen sein. Obigen 3,05 wahren Volumprocenten Fett würden also entsprechen $3{,}05 \times \frac{9{,}4}{100} = 0{,}29\,\%$ Nichtfett-Trockensubstanz, während nur gefunden wurden 0,24%.

Was endlich noch den Factor a betrifft, so berechnet sich derselbe aus der Formel Gst = ga auf 0,266, dagegen nach der Formel (IX A), jedoch mit Einsetzung des Werthes 0,926 statt 0,942, sowohl mit Benützung der resp. Daten für die ganze Milch als auch derjenigen für die entrahmte Dihylisator-Milch auf 0,267.

12.

Apparat für die Theorie der Verbrennung.

Bekanntlich pflegt man, wenn es beim ersten chemischen Unterrichte gilt, den Sauerstoff hinsichtlich seines chemischen Verhaltens zu charakterisiren, zu sagen, er selber sei nicht brennbar, unterhalte aber das Verbrennen vieler anderer Stoffe, z. B. des Wasserstoffs. Diese Ausdrucksweise ist dem Anfänger gegenüber und angesichts der Verhältnisse, wie sie nun einmal für uns Erdenbewohner thatsächlich bestehen, ganz wohl berechtigt. Weil wir nur leben können, so lange wir von Luft, deren activer Bestandtheil eben der Sauerstoff ist, umgeben sind, so setzen wir die Allgegenwart des Sauerstoffs als etwas ganz Selbstverständliches voraus. Streng wissenschaftlich ist aber unsere Ausdrucksweise so wenig als die Voraussetzung, auf der sie fusst. Denken wir uns den Sauerstoff unserer Atmosphäre durch Wasserstoff ersetzt (wir selber würden dabei wohl nur im Geiste anwesend bleiben), so müssten überall da Verbrennungen eintreten, wo freier Sauerstoff oder oxydirende Gase (Kohlensäure, salpetrige Säure etc.) bei genügend hoher Temperatur mit der so veränderten Erdatmosphäre in Berührung kommen würden. Wir aber würden dann in unserer Schulweisheit sagen, dass der Sauerstoff verbrenne und der Wasserstoff das Verbrennen unterhalte. Nun haben in der That

A. W. Hofmann und andere Chemiker längst Apparate construirt, bei welcher ein Sauerstoffstrom sich brennend in eine Atmosphäre von Wasserstoff oder gewöhnlichem Leuchtgas ergiesst, und wo man also mit dem gleichen Rechte von einer Sauerstoffflamme reden darf, mit dem man unter entgegengesetzten Verhältnissen von einer Wasserstoffflamme redet. Wir sind eben gewohnt, die Flamme nach demjenigen Stoffe zu benennen, welcher ausströmt. Von diesem sagen wir, er verbrenne, während wir von dem andern Stoffe, der, weil er die Atmosphäre bildet, von Aussen hinzutritt, sagen, er unterhalte die Verbrennung. In Wahrheit verbrennen aber beide Stoffe, da ja die Verbrennung nichts anderes ist als der chemische Vereinigungsact beider. Es erscheint vor dem Richterstuhl unseres erkennenden, kritischen Geistes als willkürlich, wenn das Eine dem Andern vorangestellt, übergeordnet wird. Beide sind gleichwerthig, weil gleich nothwendig. Um nun die Coordination der zwei durch den chemischen Process der Verbrennung mit einander in Verbindung tretenden Stoffe nicht nur innerlich, d. h. in unserem denkenden Geiste, zu erkennen, sondern auch äusserlich, d. h. für unser Auge, zur Darstellung zu bringen, können wir den sehr einfachen Apparat benützen, der auf Taf. 8 in natürlicher Grösse abgebildet ist. Zwei gewöhnliche Löthrohrspitzen mit Platinenden gehen schief durch einen grossen Kork hindurch, so dass die aus ihnen austretenden Gasströme gegen einander prallen, wie dies bei einer früher viel benützten Gasbrenner-Construction, dem s. g. Fischschwanz- oder Zweilochbrenner, der Fall ist. Während nun aber bei diesem Brenner die beiden Gasströme gleichartig sind, sind sie es bei unserem Apparate nicht, der eine ist ein Sauerstoffstrom, der andere ein Wasserstoffstrom oder auch nur ein Strom gewöhnlichen Leuchtgases. Die Entzündung kann auf gewöhnliche Art oder eleganter durch Ueberspringen eines elektrischen Funkens bewirkt werden. Zu diesem Zwecke tragen die Löthrohrspitzen an ihren entgegengesetzten Enden Klemmen mit zwei Schrauben, wie man solche bei elektrischen Leitungen zur Verbindung von zwei Drahtstücken allgemein anwendet. In die zweite Durchbohrung kann dann ein Kupferdraht gesteckt und festgeklemmt werden. Um auch die Rolle, die der *Stickstoff* bei den in gewöhnlicher Luft stattfindenden Verbrennungen als chemisch indifferentes, mechanisch flammenvergrösserndes und thermisch abkühlendes Gas spielt, zur Darstellung zu bringen, führt durch die Längsaxe des Korkes hinauf ein drittes weiteres Rohr (Glasröhre), durch welches man Stickstoff ausströmen lassen kann. Auf den Kork endlich wird ein gut gekühlter Lampencylinder, und zwar ein *Cylinder* im buchstäblichen, d. h. geometrischen Sinne des Wortes, aufgesetzt.

Der beschriebene Apparat ist derselbe, dessen in dem Berichte der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Jahrgang 1872—73, pag. 16, anlässlich der Besprechung meines in der Sitzung vom 1. April 1873 gehaltenen Vortrages Erwähnung geschieht.

13.

Apparat, um die Wärmeleitung und Wärmeströmung in Flüssigkeiten zu zeigen.

Dass Wasser beim Erwärmen verhältnissmässig bald durch seine ganze Masse gleichförmig warm wird, beruht bekanntlich nicht auf einer grossen Wärmeleitungsfähigkeit dieses Stoffes: denn diese beträgt nach *Despretz* blos den 96. Theil derjenigen des Kupfers, sondern darauf, dass, weil die Erwärmung regelmässig von unten aus zu geschehen pflegt, im Innern der Wassermasse sich Strömungen bilden, deren Richtung die denkbar günstigste für eine möglichst rasche Verbreitung der Wärme in der ganzen Masse ist. Die erwärmten Theile steigen, die noch nicht so warmen sinken. Die erwärmten Theile verlassen den Ort, wo die Wärmeaustheilung stattfindet, und machen denjenigen Platz, welche der Erwärmung mehr als sie bedürfen. Es ist wie bei einer wohl geleiteten Garderobe-Einrichtung für civilisirte Theaterbesucher (oder Gotthardfestgäste?), wo alle ihrer warmhaltenden Ueberkleider Bedürftigen ruhig und nach einander zu dem Orte hin sich begeben, wo sie das Begehrte erhalten, und dann damit sogleich, aber, um die hinter ihnen stehenden noch nicht Versorgten ungehindert nachrücken zu lassen, nicht auf demselben Wege, auf welchem sie gekommen sind, sich entfernen.

Zur Demonstration dieses vernünftigen Verhaltens der unvernünftigen Wassertheilchen hat man etwa (vrgl. *Müller*, Grundriss der Physik und Meteorologie, 13. Aufl., pag. 559) das in einem Glaskolben zu erwärmende Wasser mit Sägespänen versetzt, wo diese, wider Willen in den Tanz mit hineingezogen, die Bewegungen ihrer unsichtbaren Gespielen verrathen. Dann sind aber wieder besondere Apparate (vide a. a. O. pag. 558) nöthig, um auch die geringe Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers zur Anschauung zu bringen. Ich will nun einen Apparat und ein Verfahren beschreiben, die so äusserst einfach sind, dass ich ersteren nicht einmal abbilden zu lassen für nöthig gefunden habe, und wobei doch beide Erscheinungen — geringe Wärmeleitung und günstigste Wärmeströmung — die nöthigen Vorbereitungen vorausgesetzt, innert der kurzen Zeit von zwei Minuten auf's Deutlichste zur Darstellung gelangen.

Eine wenigstens 60 cm lange, 1,5 cm weite und höchstens 1 mm wandstarke Glasröhre wird in der Mitte um einen rechten Winkel umgebogen, aber so, dass der Bug mit einem Krümmungsradius von wenigstens 5 cm abgerundet erscheint, und schliesslich an der gekrümmten Stelle gut, d. h. möglichst langsam abgekühlt. Der eine Schenkel wird nun in der Mitte in eine mit Kork gefütterte Holz- oder Eisenklammer, wie man sie in allen Laboratorien antrifft, eingeklemmt und, nachdem die Röhre bis ca. 4 cm unter ihren beiden Rändern mit destillirtem Wasser gefüllt worden, auf die Mündung des andern Schenkels mit Hülfe

eines durchbohrten Korkes ein Thermometer aufgesteckt, dessen Quecksilbersack ganz in das Wasser eintaucht. Hat man sich noch ca. 10 cm^3 Indigolösung von der üblichen Concentration 1 : 50 und ein Trichterchen bereit und die Flamme eines Bunsen'schen Brenners auf mässige Höhe gestellt, so sind sämmtliche nöthigen Vorbereitungen vollendet.

Das Experiment selbst beginnt man damit, dass man das Trichterchen, dessen Hals jedenfalls so lange sein muss, dass er in das Wasser eintaucht, auf das offene Ende der Glasröhre aufsetzt und die Indigolösung auf einmal aufgiesst. Obgleich dieselbe nicht viel schwerer als Wasser ist (ich habe deren specifisches Gewicht pyknometrisch bei 15° C zu 1,004 gefunden), so fliesst sie doch durch dasselbe hinunter bis in den Bug der Röhre und bildet, wenigstens im andern Schenkel, eine ziemlich scharfe Abgrenzung gegen das darüber gelagerte Wasser. Wir erwärmen nun den offenen Schenkel dicht unterhalb des Wasserspiegels, immerhin mit der Vorsicht, dass die Flamme ja nie *über* den Wasserspiegel emporleckt, worauf in ca. einer Minute das Wasser an dieser Stelle zum Sieden kommen wird, ohne dass an dem am andern Ende der Wassersäule befindlichen Thermometer eine Steigerung der Temperatur auch nur um einen Zehntelsgrad beobachtet würde. Wird nun aber die Flamme unter dem Bug, immerhin ein klein wenig mehr gegen das mit dem Thermometer gekrönte Ende zu, placirt, so wird man bald ein Steigen der blauen Flüssigkeit auf das Thermometer los beobachten und schon vor Verfluss der zweiten dem Experimente gewidmeten Minute unmittelbar nach einander das Berühren des Thermometers von Seiten der blauen Flüssigkeit und das Steigen des Quecksilbers im Thermometer, welches Steigen dann ziemlich rapid vor sich gehen wird. Hat man zwei Schüler zu dem Apparate commandirt, mit der Weisung „Jetzt" zu rufen, der eine, wenn er die blaue Flüssigkeit den Quecksilbersack des Thermometers tangiren, der andere, wenn er das Quecksilber steigen sieht, so werden die beiden „Jetzt" unmittelbar nach einander ertönen, aber sicher das des die Bewegung der Flüssigkeit Beobachtenden zuerst.

14.

Zwei neue galvanische Elemente,

ein kleiner Beitrag zum praktischen Galvanismus.

Welche Widerwärtigkeiten mit dem Gebrauche derjenigen galvanischen Elemente, bei welchen der elektronegative Bestandtheil (Platin nach *Grove,* Kohle nach *Bunsen)* durch Salpetersäure depolarisirt wird, verbunden sind, ist allgemein bekannt, und ebenso, dass man es an der nöthigen Mühe nicht hat fehlen lassen, die Salpetersäure durch eine andere, bei ihrer Zersetzung keine lästigen Dämpfe ausstossende Flüssigkeit zu ersetzen. Leider gibt es aber keine, die in dem gleichen Volumen auch nur annähernd so viel verfügbaren Sauerstoff enthielte als die Salpetersäure, von welcher ich mich erinnere, *Liebig* einmal in einer Vorlesung haben sagen zu hören: *„Sie ist wie flüssiger Sauerstoff."* Diejenige Flüssigkeit, welche für diesen Zweck am meisten empfohlen worden ist, besteht aus einer mit einer gewissen Menge *Schwefelsäure* versetzten Lösung von *zweifach chromsaurem Kali.* Recepte zur Bereitung einer solchen Lösung sind angegeben worden von *Poggendorff, Leeson und Warrington, Wöhler und Buff, Byrne.* Nach Poggendorff und Warrington sind auf 1 Aequivalent zweifach chromsaures Kali 4 Aequivalente Schwefelsäure zu nehmen, so dass die Bedingungen zur Bildung von Chromalaun erfüllt sind:

$KaO, 2\ CrO_3 + 4\ (HO, SO_3) = 4\ HO + KaO, SO_3$; $Cr_2O_3, 3\ SO_3 + 3\ O$, oder, statt in den ältern *Aequivalent-,* in den neuern (immerhin möglichst einfach geschriebenen) *Molecular*-Formeln:

$Ka_2\ Cr_2\ O_7 + 4\ H_2\ SO_4 = 4\ H_2O + Ka_2\ SO_4, Cr_2\ (SO_4)_3 + 3\ O$.

Man suchte nun diese Flüssigkeit auch für die *vereinfachte* Kohlen-Zink-Kette, wo die Thonzelle weggelassen ist, zu benützen. *Bunsen* (Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie, 15, pag. 70 aus Pogg. 155, 230) hat aber nachgewiesen, dass sie hiefür, als zu arm an Schwefelsäure oder, was dasselbe ist, als zu reich an chromsaurem Kali und damit im weiteren Verlaufe des electrolytischen Processes auch an basischen Stoffen, nicht geeignet ist. Denn hier gilt es ja, auch die zur Bildung des Zinksalzes nöthige Schwefelsäuremenge zu beschaffen. Bunsen schreibt nun, weil die von ihm in dieser Richtung angestellten Versuche die Bildung der *grünlichen* (zweisäurigen) Modification des Chromoxydsalzes für vortheilhafter denn diejenige der *bläulichen* (dreisäurigen) erscheinen lassen, vor, auf einen Gewichtstheil zweifach chromsaures Kali zwei Gewichtstheile Schwefelsäurehydrat und zwölf Theile Wasser oder, um schliesslich gerade 10 l Lösung zu erhalten, auf 0,765 kg käufliches (3 % Verunreinigungen enthaltendes) Kalibichromat 0,832 l Schwefelsäure vom sp. G. 1,836 und 9,2 l Wasser zu nehmen, wobei das Chromat in pulverisirtem Zustande allmälig und unter Umrühren in die in einem Steingutgefässe befindliche Schwefelsäure einzutragen und erst, wenn die Umsetzung in Chromsäure und schwefelsaures Kali vollendet ist, unter fortwährendem Umrühren das Wasser in fingerdickem Strahle zuzusetzen sei. Der elektrolytische Process in mit solcher Lösung beschickten Elementen soll dann nach der Gleichung vor sich gehen:

$KaO, 2\ CrO_3 + 3\ Zn + 6\ (HO, SO_3) = 6\ HO + KaO, SO_3 + 3\ (ZnO, SO_3) + Cr_2O_3, 2\ SO_3$ oder

$Ka_2\ Cr_2\ O_7 + 3\ Zn + 6\ H_2\ SO_4 = 6\ H_2O + Ka_2\ SO_4 + 3\ Zn\ SO_4 + Cr\ O\ (SO_4)_2$.

Eine Chromsäure-Lösung von der von Bunsen geforderten Zusammensetzung lässt sich nun auch nach folgendem Verfahren erhalten, welches an Einfachheit und Leichtigkeit in der Ausführung kaum etwas zu wünschen übrig lassen dürfte:

152 g pulverisirtes zweifach chromsaures Kali werden mit 200 cm^3 Wasser in einem Steingutgefäss angerührt oder in einem Glaskolben, indem man die Axe desselben einen kleinen in horizontaler Ebene liegenden Kreis beschreiben lässt, geschüttelt und dann 166 cm^3 Schwefelsäure zugesetzt, welch' letztere Operation aber vier- bis fünfmal durch Umrühren mit einem Glasstab oder Steingutspatel, resp. durch die beschriebene schwenkende Bewegung des Glaskolbens unterbrochen wird. Man erhält so in kürzester Zeit eine tiefroth gefärbte Auflösung, die, um zum Gebrauch unter gewöhnlichen Temperatur-Verhältnissen fertig zu sein, nur noch angemessen verdünnt werden muss. Setzt man blos 800 cm^3 Wasser zu, so wird man nach eingetretener Abkühlung bis auf die Zimmertemperatur 1,18 l haben. Diese Lösung, welche nach meiner pyknometrischen Bestimmung bei 15° C ein specifisches Gewicht von 1,2323 zeigt, eignet sich zur Aufbewahrung, da sie erst unter 13,5° C Kaliumdichromat auskrystallisiren lässt. Zur unmittelbaren Anwendung ist sie aber, wenigstens für Zink, immer noch zu stark und muss desshalb weiter verdünnt werden. Will man genau die Bunsen'sche Concentration, so setzt man zu der oben angegebenen Menge noch 828 cm^3 oder rund 0,83 l Wasser. Was die Concentration der Schwefelsäure betrifft, so verwende ich solche von *Schnorf in Uetikon* am Zürichsee, die bei einem specifischen Gewichte von 1,841 bei 15° im Liter reichlich 36 Aequivalente Schwefelsäure in Grammen enthält, was einem Gehalte von 95,9% Säurehydrat gleichkömmt.

Wenn gegen unser Recept eingewendet werden wollte, die darnach angefertigte Lösung enthalte die Chromsäure nicht in freiem Zustande, so möchte ich zunächst auf Färbung und Wirksamkeit derselben hinweisen, die von derjenigen der nach Bunsen's Recept angefertigten Lösung nicht verschieden sind, und dann die Gegenfrage stellen, ob nicht bei der Bunsen'schen Lösung in Folge des Wasserzusatzes eine Rückbildung in dem Sinne stattfinden könne, dass das zunächst entstandene Gemenge von saurem schwefelsaurem Kali und Chromsäure wieder, wenn auch nur theilweise, in ein solches von saurem chromsaurem Kali und Schwefelsäure übergehe.

In der Absicht, zu erfahren, ob sich für eine solche Chromsäurelösung nicht auch andere Combinationen als gerade *Zink-Kohle* brauchbar erwiesen, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, wobei in einem kleinen improvisirten Elemente als elektropositiver Bestandtheil bald Eisen, bald Zink und als negativer bald Platin, bald Blei verwendet wurde und wobei, um eine rasche Ausnützung der erregenden Flüssigkeit zu bewirken, der Strom blos durch den Ring der Tangentenboussole und kurze Zuleitungsdrähte geschlossen war. Die hiebei erzielten Resultate finden in den folgenden Sätzen ihren kurzen Ausdruck:

1) *Zink-Platin* zeigte durchgängig ein rapides Abnehmen des unmittelbar nach der Schliessung sehr kräftigen Stromes.

2) *Zink-Blei* zeigte im Gegensatze dazu bei weniger starkem ersten Schliessungsstrome ein langsames schwaches Anwachsen und ein noch langsameres Abnehmen desselben. Maximalstärke des Stromes kleiner als bei Zink-Platin.

3) *Eisen* zeigte, sowohl mit *Blei* als mit *Platin* combinirt, in der ersten Periode ein bedeutendes und langsames Anwachsen des Stromes.

4) *Eisen-Blei* entwickelte im Gegensatze zu *Zink-Blei* nie eine so bedeutende Stromstärke, aber der Strom war, wohl in Folge der weniger heftigen localen Action, andauernder.

5) Die *stärkere* Chromsäurelösung gewährte bei Eisen den Vortheil eines stärkeren und länger andauernden Stromes. Für Zink dagegen erwies sie sich wegen der zu heftigen localen Action auf dasselbe eher als nachtheilig.

Aus diesen zum Zwecke der vorläufigen Orientirung angestellten Versuchen, welche ich zu gelegener Zeit durch Ermittelung der „Constanten" der neuen Combinationen zu vervollständigen gedenke, geht so viel bereits genügend klar hervor, dass *Eisen-Blei* eine brauchbare Combination ist. Die *praktische* Brauchbarkeit derselben wird aber dadurch noch wesentlich erhöht, dass das massive Bleiblech durch *verbleites Eisenblech* ersetzt werden kann. Denn dadurch werden die Elemente nicht nur noch wohlfeiler und zugleich handlicher, sondern es ist wegen der grossen Festigkeit, die diesem Material neben einer immer noch ausreichenden Dehnbarkeit eigen ist, sehr leicht möglich, für solche Elemente, auch wenn sie zu Tauchbatterien zusammengestellt werden sollen, die bei dessen bekannten secundären Elementen realisirte vortreffliche Idee *Planté's* zu verwerthen, die Oberfläche der Plattenpaare dadurch zu vergrössern, dass dieselben *in Spiralform* zusammengestellt werden. Indem man die Eisenspirale zur innern macht und zwischen ihren und den Windungen der Bleispirale einen Zwischenraum von höchstens 1 cm freilässt, erhält man ein Element von sehr bedeutender Oberfläche, das doch in einem verhältnissmässig engen Gefässe von der üblichen cylindrischen Form Platz findet. Bei Verwendung viereckiger Gefässe dagegen erscheint es am passendsten, das Eisen in Form von starkem Reifeisen zu verwenden und das Bleiblech um dasselbe U-förmig umzubiegen wie das Kupfer bei den Elementen von *Wollaston* um das Zink. Natürlich ist diese Construction des Elementes auch für cylindrische Gefässe anwendbar, insofern man keine Veranlassung hat, auf möglichste Raumersparniss Bedacht nehmen zu müssen, und sogar empfehlenswerth, wenn die Beschickung des Elementes mit Flüssigkeit möglichst lange vorhalten soll. Dagegen erscheint es mit Rücksicht auf den unten zur Sprache kommenden „Eisenstrom" zweckmässig, am Buge der Bleiplatte, senkrecht unter der Eisenplatte, einen Einschnitt anzubringen, der so breit ist als die Eisenplatte dick und wenigstens halb so lang als jene breit ist. Auch sollten die Gefässe, gleichgültig, ob nun die Metalle in Spiral- oder Plattenform verwendet werden, so tief sein, dass die unter dem Eisen lagernde

Flüssigkeitssäule wenigstens halb so hoch als die dasselbe umgebende ist. Bei Verwendung von verbleitem Eisenblech statt Bleiplatten thut man natürlich gut, bei der Auswahl der Waare auf die besten „Marken“ Bedacht zu nehmen und überdies die Verbleiung noch zu verstärken und an den Schnittflächen zu ergänzen, indem man die Blechstreifen, resp. Spiralen abwechselnd mit Salzsäure beizt und in geschmolzenes reines Blei eintaucht. Was die Beschaffenheit des Eisens betrifft, so habe ich vergleichende Versuche zwischen dem Verhalten von härterem, kohlenstoffreichen belgischem und weicherem, kohlenstoffarmen Jura-Eisen angestellt und gefunden, dass kein Unterschied besteht, wenn das Metall vollkommen blank ist, dass aber bei gebrauchten und in Folge dessen mit Kohle überzogenen Platten das weiche Eisen dem harten in dem Sinne überlegen ist, dass der Strom rascher und zu einer absolut etwas bedeutenderen Stärke anwächst. Dieser geringe Vortheil verschwindet aber völlig gegenüber dem bedeutend höheren Preise, zu dem das Juraeisen oder auch das Bessemereisen (Nr. 1, „extra weich“ von Seraing), verglichen mit dem ordinären belgischen Eisen, notirt ist. Denn wenn man von diesen besseren aber theureren Eisensorten Gebrauch machen will, dann ist wohl die Frage gestattet, warum man denn überhaupt statt Zink Eisen nehme. Immerhin bleibt auch bei Gleichheit des Preises als Vorzug des Eisens vor dem Zink die grössere Geschmeidigkeit und Festigkeit desselben, die aus demselben leichter Spiralen formen lässt, ferner, dass es nicht amalgamirt zu werden braucht, sowie endlich, dass es die Verwendung stärkerer Chromsäure-Lösungen gestattet. Wie beim Zink das Quecksilber, so scheint hier der Kohlenstoff die locale Action der Säure zu mässigen. So viel ist sicher, dass die ausgeschiedene, das Eisen in anscheinend gleichförmiger Schicht überziehende Kohle die aus der Erregungsflüssigkeit herausgehobene Eisenplatte vor dem Rosten schützt. Diesen schützenden Mantel zu beseitigen, wäre also nicht blos eine unnöthige Umständlichkeit, sondern geradezu schädlich. Uebrigens ist es insofern interessant, bei einer einige Zeit im Gebrauche gewesenen Eisenplatte einmal die Kohlenschicht durch Abwaschen und Abwischen zu entfernen, als der Anblick der so bloss gelegten Metallfläche ein schöner Beweis von der Richtigkeit der bekannten Auffassung des genialen *Joh. Nep. Fuchs* über die Structur des Schmiedeisens ist. Man sieht, wie die Kryställchen fadenförmig aneinander gereiht sind. Namentlich sehr schön habe ich diess an einem Stabe aus Reifeisen beobachtet. Dabei hatte die angegriffene Oberfläche den Charakter einer feinen Feile angenommen, so dass man sich beim Abreiben der Kohlenschicht recht hübsch auch die Epidermis der nervenreichen Fingerspitzen abrieb — ein vortreffliches Mittel, die Richtigkeit einer Theorie, weil einmal nicht nur gesehen, sondern sogar gefühlt, dem Gedächtnisse einzuprägen. Der für unsern Zweck noch zulässige Kohlenstoffgehalt des Eisens hat aber natürlich auch seine Grenzen. So erweist sich Gusseisen, ohne Zweifel nur wegen seines zu hohen Kohlenstoffgehaltes, als gänzlich unbrauchbar. Nicht dass man nicht vorübergehend Strom bekäme. Allein die denselben anzeigende Magnetnadel kehrt nach einer Reihe krampfhafter Zuckungen bald auf Null zurück.

Bunsen gibt an, dass man bei seinen aus Zink und Kohle bestehenden Tauch-Elementen, wenn die Kette durch einen Schliessungsbogen von geringem Leitungswiderstande geschlossen werde, in der rothen Flüssigkeitssäule einen dunkler gefärbten Flüssigkeitsfaden, welcher von der sich lösenden Zinkplatte ausgehe, zu Boden sinken und sich in Gestalt einer ziemlich scharf begrenzten Schicht im untern Theile der Glaszelle ansammeln sehe. Das Gleiche kann man nun auch bei unserm Eisen-Blei-Element sehr deutlich wahrnehmen, wenn man dasselbe, ähnlich wie das Bunsen'sche, einfach aus zwei einander gegenüberstehenden Platten zusammensetzt. Man sieht dann aber nicht nur von der elektropositiven Eisenplatte einen dunkler gefärbten Flüssigkeitsfaden sich senken sondern einen zweiten, aber schwächeren, auch von der elektronegativen Bleiplatte. Es ist instructiv, sich davon zu überzeugen, dass letzterer Flüssigkeitsstrom erst nach erfolgter Schliessung des galvanischen Stromes beginnt, der „Eisenstrom“ dagegen, wenn auch noch nicht mit der Stärke, die er auch erst nach der Stromschliessung annimmt, schon unmittelbar nach dem Eintauchen der Metallplatten in die Flüssigkeit. Es tritt einem so die schon ohne das Zuthun des elektrischen Stromes stattfindende chemische Einwirkung, das ist die locale Action nach *Faraday,* und dann die chemische Wirkung des Stromes selbst so deutlich vor Augen, dass hieraus ein instructives Vorlesungsexperiment gemacht werden kann.

Dass der dunkle vom Eisen ausgehende Flüssigkeitsstrom eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxidul ist, davon überzeugte ich mich, indem ich denselben in einer unterschichtenden Schicht einer durch Zerfliessen von zweifach schwefelsaurem Natron entstandenen concentrirten Auflösung dieses Salzes abfing. In dem vom Blei ausgehenden Flüssigkeitsstrom dagegen kann ich, wenn ich auch den experimentellen Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung erst noch zu erbringen haben werde, a priori nichts Anderes als eine Lösung von schwefelsaurem Chromoxid erblicken.

Denn nur das *schwefelsaure Chromoxid* kann der Stoff sein, der die positive Elektricität auf das Blei überträgt.

Da vorliegende kleine Abhandlung in erster Linie für die Schule bestimmt ist, so dürfte die nachfolgende theoretische Auseinandersetzung nicht als müssig erscheinen. Führen auch solche Betrachtungen, wie gerade diejenige, welche wir anzustellen im Begriffe sind, keineswegs immer zu einem positiven Ergebnisse, so sind sie desshalb doch nicht werthlos. Sie üben unsre Denkkraft und vertiefen unsre Erkenntniss. Darüber, sowie überhaupt über die philosophische Speculation zu spotten, ist das Vorrecht Derjenigen, welche naiv genug sind, sich einzubilden, man könne die Wahrheit mit Löffeln essen.

Die Thermochemie lehrt uns, dass jeder chemische Process auf eine möglichst grosse Wärmeentwicklung abziele, dass sich also stets diejenigen Verbindungen bilden, deren Bildung

die meiste Wärme entbindet. Nun haben wir thatsächlich *vor* dem chemischen Process *Eisen, Schwefelsäure(-hydrat)* und *Chromsäure(-hydrat)* und *nach* demselben *schwefelsaures Eisenoxidul, schwefelsaures Chromoxid* und *Wasser*. Wir müssen also annehmen, dass mit der Bildung der letzteren chemischen Verbindungen die grösste Wärmeentwicklung verbunden sei, die überhaupt die Umsetzung der ersteren zu liefern im Stande ist. Was liegt aber zwischen drin? Hat das Eisen *direct* oder nur *indirect* reducirend auf die Chromsäure eingewirkt, letzteres, indem es zuerst Wasserstoff aus der Schwefelsäure frei machte, welcher dann im „statu nascendi" das Reductionsgeschäft besorgte? Darauf gibt uns die blos das Ende prophezeiende, nicht aber den Verlauf angebende Thermochemie keine Antwort. Versuchen wirs nun auf andere Weise. Es ist eine stillschweigend gemachte Annahme, eine für selbstverständlich geltende Wahrheit, ein Axiom, die Natur (sehr zum Unterschiede von Constructeuren meines Schlages) gelange stets auf dem kürzesten Wege zum Ziele, erreiche Alles mit den einfachsten Mitteln. Stellen wir uns nun auf den Boden der ältern Theorie über die Constitution der Salze, wonach dieselben Säure und Basis „präformirt" enthalten, so können wir den Gesammtprocess in folgender Gleichung ausdrücken:

$$3\,Fe + 5\,(HO, SO_3) + 2\,(HO, CrO_3) = 3\,(FeO, SO_3) + Cr_2O_3, 2\,SO_3 + 7\,HO.$$

Was aber den Zwischenprocess betrifft, so können wir annehmen, er sei so verlaufen:

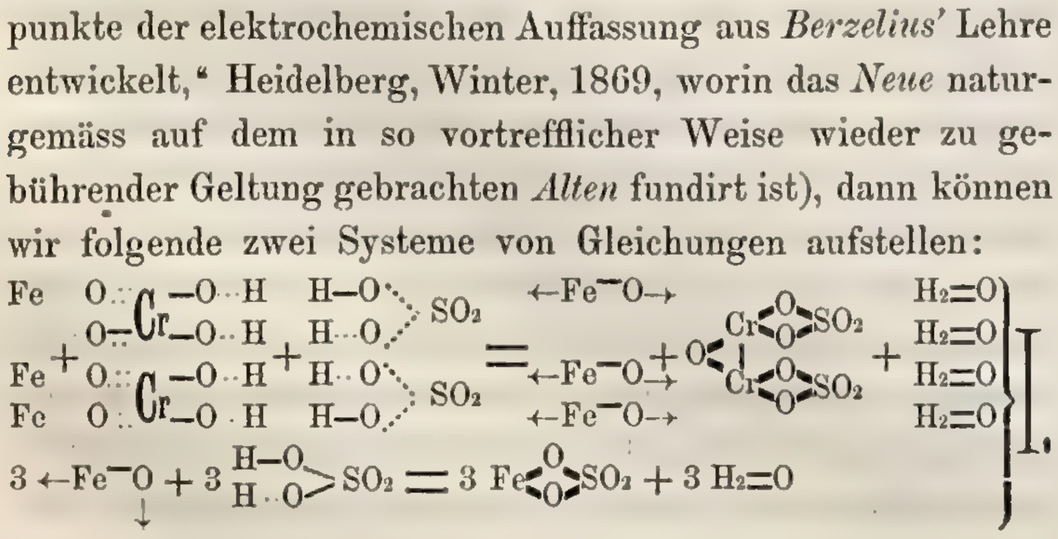
$$\left.\begin{aligned} &3\,Fe + 2\,(HO, CrO_3) = 3\,FeO + Cr_2O_3 + 2\,HO;\\ &3\,FeO + 3\,(HO, SO_3) = 3\,(FeO, SO_3) + 3\,HO;\\ &Cr_2O_3 + 2\,(HO, SO_3) = Cr_2O_3, 2\,SO_3 + 2\,HO. \end{aligned}\right\} \text{I.}$$

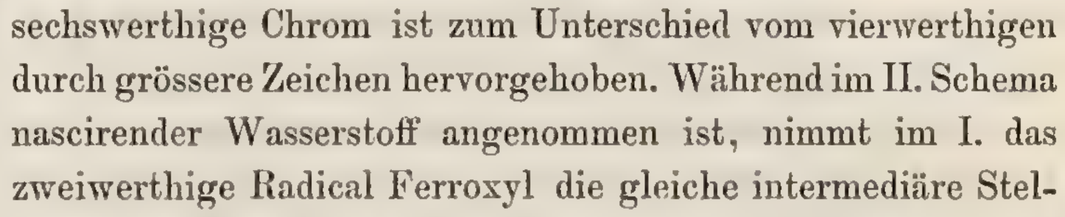
oder aber so:

$$\left.\begin{aligned} &3\,Fe + 3\,(HO, SO_3) = 3\,(FeO, SO_3) + 3\,H;\\ &3\,H + 2\,(HO, CrO_3) = 5\,HO + Cr_2O_3;\\ &Cr_2O_3 + 2\,(HO, SO_3) = Cr_2O_3, 2\,SO_3 + 2\,HO. \end{aligned}\right\} \text{II.}$$

Wir sehen also die *directe* Einwirkung des Eisens auf die Chromsäure macht die Annahme eines nicht minder complicirten Processes nothwendig als die *indirecte*. Es geht eben nicht unter 3 Actionen ab.

Betreten wir nun den Boden der neuern chemischen Theorie, die möglichst alle Processe auf die veränderte Bindung der Elementaratome zurückzuführen sucht, und acceptiren wir, was speciell die Theorie der Salz-Constitution betrifft, die auch von *Kolbe* adoptirte Auffassung *Blomstrand's* (vid. dessen Werk: „Die Chemie der Jetztzeit vom Standpunkte der elektrochemischen Auffassung aus *Berzelius'* Lehre entwickelt," Heidelberg, Winter, 1869, worin das *Neue* naturgemäss auf dem in so vortrefflicher Weise wieder zu gebührender Geltung gebrachten *Alten* fundirt ist), dann können wir folgende zwei Systeme von Gleichungen aufstellen:





In vorstehenden *Constitutionsformeln* (ich sage nicht gerne „*Structur*"-Formeln, vergl. meine erste Abhandlung in der wissenschaftlichen Beigabe zu unserm Programme pro 1882—83) habe ich mich bemüht, möglichste Uebersichtlichkeit und damit Verständlichkeit zu erzielen. Diejenigen Bindungen, welche beim eintretenden chemischen Processe überhaupt nicht in Betracht kommen, sind auch nicht bezeichnet, dagegen die dabei in Frage kommenden, insofern sie den chemischen Process überdauern oder aus demselben hervorgegangen sind, durch ausgezogene, insofern sie aber umgekehrt zur Lösung prädestinirt sind, durch punktirte Linien, die vorübergehend nicht gesättigten Valenzen endlich durch Pfeilspitzen. Das sechswerthige Chrom ist zum Unterschied vom vierwerthigen durch grössere Zeichen hervorgehoben. Während im II. Schema nascirender Wasserstoff angenommen ist, nimmt im I. das zweiwerthige Radical Ferroxyl die gleiche intermediäre Stellung ein. Wie beide Schemate zeigen, muss im Minimum die Lösung von 23 die Elementaratome aneinander kettenden Banden angenommen werden. Beide Auffassungen sind gleich complicirt, oder wenn man lieber will, gleich einfach. Ob von den 6 Sauerstoffatomen, die schliesslich mit je einer Valenz an das Eisen, mit der andern an das Radical Sulfuryl, SO_2, gebunden sind, vorher 3 ganz an Chrom, gebunden waren (I), oder aber ob sie alle schon von Anfang mit dem Sulfuryl der Schwefelsäure in Verbindung standen (II), wer will das entscheiden? Ursprungszeugnisse haben sie keine mitgebracht. Dennoch möchte ich der Auffassung II den Vorzug geben aus dem einfachen Grunde, weil dann der Process analog verlaufen würde, wie wir uns denselben in den Thonzellen-Elementen denken müssen. Also ein Analogieschluss! Solche sind gerade gut genug, wenn man keine andern zu machen weiss. Befriedigen sie doch mehr unser ästhetisches Gefühl als unsern grübelnden Geist. Doch was wollen wir? Kommen wir etwa immer weiter, wenn wir uns der Leitung des letztern anvertrauen? Wie hat Coppernicus sein berühmtes System gefunden? Sagt er doch selber, es habe ihn wesentlich das ästhetische Gefühl geleitet, als er die Sonne in die Mitte des „Weltalls" stellte.

Wenn irgendwo, so gilt das oft und doch nicht zu oft citirte „Eines schickt sich nicht für Alle" für die so überaus zahlreichen Arten von galvanischen Elementen. Was nun das unsrige betrifft, so wird die Erfahrung, die allein competente Richterin in Sachen, über dessen *specielle* Anwendbarkeit und damit auch über dessen Lebensfähigkeit *überhaupt* zu entscheiden haben. Mir scheint, soweit ich selber an jener Erfahrung participire, eine aus solchen Elementen bestehende Batterie namentlich für *Elektrolysen* brauchbar zu sein, bei welchen es weniger in Betracht kömmt, dass der Strom erst nach einiger Zeit seine grösste Wirksamkeit entfaltet. Es fällt

aber auch die verhältnissmässige Wohlfeilheit dieser Elemente ins Gewicht. Dieser günstige Umstand dürfte sie zur Ladung von *secundären Elementen* da, wo man nicht über die in ihrer Anwendung noch wohlfeilern dynamo-elektrischen Maschinen verfügt, empfehlen. Endlich gebe ich noch zu bedenken, dass diese Elemente Dimensionen zulassen, an die man bei den Bunsen'schen schon aus technischen (man denke an die unplastischen Eigenschaften der s. g. plastischen Kohle), bei den Grove'schen aus ökonomischen Gründen (man denke an's Büdget der Lehranstalten) gar nicht denken darf.

Ich schlage noch eine zweite neue galvanische Combination und zwar für *Thonzellen* vor: *Zink,* nach dem Vorschlage von *Waltenhofen* (Dingler, polyt. Journ. 188, pag. 282) und *Demance* (Compt. rend. 65, pag. 1086) in ein wenig Quecksilber eintauchend (wodurch das lästige Geschäft des Amalgamirens gänzlich vermieden wird) und im Uebrigen in gewohnter Weise von verdünnter Schwefelsäure umgeben und *Blei* oder *gut verbleites Eisenblech* in der nach folgendem Recept angefertigten *Chromsäure*-Lösung:

152 g zweifach chromsaures Kali werden mit 200 cm^3 auf wenigstens 50° C erwärmtem Wasser übergossen und umgeschwenkt, dann unter Einhaltung der oben pag. 49 angegebenen Vorsichtsmassregel 83 cm^3 Schwefelsäure und nach eingetretener vollständiger Auflösung endlich noch 800 cm^3 Wasser zugesetzt. Man wird, nachdem sich die Flüssigkeit bis auf die Zimmertemperatur abgekühlt hat, 1,11 l einer Lösung haben, die bei 15° C ein specifisches Gewicht von 1,1713 besitzt und erst unter 15° Krystalle absetzt.

Wenn auch ein solches Element einem im Uebrigen gleich zusammengesetzten, aber statt Blei Platin oder lieber Kohle enthaltenden, an elektromotorischer Kraft nachsteht, so zeichnet es sich doch vor diesen durch einen gleichförmigeren und mehr andauernden Strom aus und übertrifft an elektromotorischer Kraft immerhin ein Daniell'sches. Wenn es weiter hinter diesem und noch mehr hinter den Salpetersäure-Elementen an Sauerstoff-Reichthum rangirt, so ist es dafür wohlfeiler bei der Anschaffung und angenehmer beim Gebrauch (keine schädlichen Dämpfe, keine metallische Ablagerung an der Wandung und in den Poren der Thonzelle, auch keine Bildung von Chromalaun). Ferner ist hinsichtlich der Vorbereitungen für die Aufbewahrung zu bemerken, dass die Bleiplatten nur abgespritzt zu werden brauchen und nicht wie die Kohlenplatten einer zeitraubenden und die Verfügung über laufendes Wasser voraussetzenden methodischen Auslaugung bedürfen. Man kann diesen Elementen auch eine erhebliche Capacität für die Aufnahme der elektromotorischen Flüssigkeiten geben, indem man sowohl das Zink als das Blei in Form der Länge nach aufgeschlitzter, einfach durch Biegung eines Blechstückes erhaltener, Hohlcylinder verwendet, das Zink auf der Innenseite, wo es unnütz angegriffen würde, mit Wachs oder besser mit einem fetten Asphaltfirnisse bestreicht und dasselbe in der Thonzelle, das Blei dagegen im äusseren Gefässe placirt. Natürlich kann man die beiden Metalle auch umgekehrt placiren, wo dann der Zinkcylinder auf der Aussenseite zu protegiren ist. Bei beiden Anordnungen, wenn nur die vorgeschriebene einfache Elektrodenform eingehalten wird, sinkt auch der innere Widerstand auf ein Minimum. Wie *Niaudet* (vide dessen Schrift: „Die galvanischen Elemente", deutsch von *Ph. Hauck,* Braunschweig, Vieweg, 1881, pag. 148) treffend nachweist, ist es eine nicht blos überflüssige sondern geradezu nachtheilige Complication, wenn an die Zinke Kupferstreifen angelöthet und, was, wenn man so weit gegangen, dann unbedingt noch weiter nothwendig ist, angenietet werden. Man stelle einfach die nöthigen Verbindungen mit Hülfe von Klemmschrauben und Drähten her. Was die Schrauben betrifft, so scheint mir für unsern Fall jene bekannte einfache Form die zweckmässigste zu sein, wo in einem Cylinder oben rechtwinklig zur Axe ein nicht zu kleines Loch zur Aufnahme eines Drahtes gebohrt und unten zum Zwecke, die Klemme auf ein Blech aufsetzen zu können, in der Richtung der Axe ein parallelopipedischer Einschnitt angebracht ist. Hat man für jedes Element zwei Stück solcher Schrauben, so wird es nicht viel Draht und noch weniger Nachdenken bedürfen, um die Anzahl Elemente, die zur Verfügung steht, mit Rücksicht auf den gerade vorliegenden concreten Fall ganz auf Intensität oder ganz auf Quantität des Stromes oder auf beides zugleich zu verbinden.

Was die *relative* Grösse der Hohlräume für die beiden Flüssigkeiten betrifft, so ist zu bedenken, dass die nach unserem Recepte bereitete Chromsäurelösung in 1,11 l 3 Aequivalente verfügbaren Sauerstoff in g enthält. Es dürfen also in dem andern Hohlraum ebenso viel Aequivalente Wasserstoff frei werden, also auch Aequivalente Schwefelsäure enthalten sein. Haben wir nun eine Schwefelsäure, die im l 36 Aequivalente Säure in g enthält, so bedürfen wir davon $^1/_{12}$ l. Wie gross dann das Volumen der *verdünnten* Säure sein wird, hängt natürlich von dem gewünschten Grade der Verdünnung ab. Nehmen wir auf 12 Raumtheile Wasser 1 Raumtheil Schwefelsäure, so werden wir sehr nahe das gleiche Volumen erhalten wie bei der Chromsäurelösung. Wir werden dagegen ein grösseres, resp. beträchtlich grösseres erhalten, wenn wir erst auf 15, oder gar erst auf 20 Volumina Wasser ein Volumen Schwefelsäure nehmen. Im Allgemeinen wird es gut sein, lieber einen Ueberschuss von Schwefelsäure als von Chromsäure zu verwenden, einmal weil schon durch die locale Action derselben auf das Zink ein Theil davon verloren geht, und dann weil es bei dem geringeren Preise der Schwefelsäure eher gerechtfertigt erscheint, einen Rest von ihr als von der Chromsäure nach erfolgter Benützung der Batterie wegzugiessen. Legt man aber Werth auf einen während möglichst langer Zeit constanten Strom, dann bleibt allerdings nichts anderes übrig, als auch der Chromsäure einen angemessen grossen Hohlraum anzuweisen und auf eine weitgehende Ausnützung derselben von vorneherein zu verzichten. Indem man im Verhältnisse zum äusseren Gefässe weite oder enge Thonzellen verwendet, das Zink oder das Blei für die Aufnahme in die

Thonzelle herrichtet, kann man natürlich das Verhältniss der Grösse der beiden Hohlräume nach Gutfinden feststellen. Dass dabei die *Querschnitte* der zwei Hohlräume so festzustellen sind, dass wenn die zwei Flüssigkeiten in den relativ richtigen Mengen verwendet werden, ihre Niveaus gleich sind, ist selbstverständlich, sowie auch, dass man beim Beschicken der Elemente zuerst die Schwefelsäure und dann erst die Chromsäure einfüllt. Dagegen mag hier noch ausdrücklich hervorgehoben werden, dass es, um der Vermengung der beiden Flüssigkeiten thunlichst entgegenzuwirken, zweckmässig ist, den Boden der Thonzelle mit Asphaltfirniss zu bestreichen oder von vorneherein glasirt zu bestellen. Ein poröser Boden der Thonzelle hat ja nur bei jenen Elementen rectangulärer Form, wo das Zink um die Thonzelle U-förmig umgebogen ist, wie bei den besseren Grove'schen oder den Bunsen'schen nach der denselben von *Deleuil* gegebenen Modification (mit viereckigen Porcellangefässen und Thonzellen aus jenem prächtigen porösen rothen Thone), Sinn und Bedeutung.

Auch bei dieser zweiten Art von Elementen kann das Zink durch Eisen ersetzt werden. Ich vermag aber darin keinen wirklichen Vortheil zu erblicken, weil man doch gezwungen ist, zum Zwecke möglichster Aufhebung der sich in einer unmässigen Wasserstoff-Entwicklung äussernden localen Action der Schwefelsäure auf das Eisen, letzteres durch zugesetztes Quecksilber zu schützen. Von den oben aufgezählten Vorzügen, die das Eisen vor dem Zink hat, bleibt hier nur der niedrigere Preis, welchem aber die geringere elektromotorische Kraft gegenübersteht.

Zwei Stück von den beschriebenen Zink-Blei-Elementen reichen aus, die in Schulen gewöhnlichsten Experimente (Elektrolyse des Wassers und einer Salzlösung, Drahtglühen, Magnetisirung von weichem Eisen, Ablenkung der Magnetnadel, Betrieb eines Inductionsapparates etc.) auszuführen. Allein auch das Büdget der ärmsten Schule dürfte gestatten, ein halbes Dutzend und noch mehr dieser billigsten aller kräftigen Elemente anzuschaffen, in welchen dann der Lehrer über eine erwünschte elektrische Kraftquelle verfügen würde. Weniger günstig als die Anschaffungskosten stellen sich die Betriebskosten. Das Kostspieligste dabei ist das chromsaure Kali, namentlich weil wir dasselbe in pulverisirtem Zustande verlangen müssen. Indessen erhöht diese Forderung den Preis doch um kaum mehr denn 10%. Das chromsaure Kali selber zu pulverisiren, kann ich, insofern es sich um einiger Massen erhebliche Quantitäten handelt, dem Lehrer nicht anrathen. Der Staub desselben reizt die Athmungsorgane.

II.

Die geographisch-astronomische Säule

im Hofe der St. Galler Kantonsschule.

Unter dem etwas hochtrabenden Namen einer *„geographisch-astronomischen Säule“* steht seit Anfang des Jahres 1881 im Hofe der Kantonsschule ein bescheidener schwarzer Marmorstein, welcher einen dreifachen Zweck erfüllen soll. Für's Erste soll er einem der beiden Exemplare der *Horizontal-Sonnenuhr* von *Endl und Walk* in Hengersberg in Niederbayern, welche unsre Anstalt besitzt, zur bleibenden Wohnstätte dienen, weiter soll er als Postament benützt werden können für den dem physikalischen Cabinete der Kantonsschule angehörenden *Tubus Nr. 23* von *S. Merz* in München, und endlich soll er als *redender* Stein den zahlreichen Besuchern des St. Gallischen Turnschopfes, welche nur an diesem Steine vorbei in das Reich der Gymnastik eingehen können, den im Kantonsschulhofe sich sammelnden Kadetten etc. eine recht grosse Zahl *bemerkenswerther geographischer und astronomischer Daten* in's Gedächtniss rufen.

Was nun den ersten Zweck betrifft, so kann ich hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass man sehr mit Unrecht die Sonnenuhren hat „aus der Mode kommen“ lassen. Haben sie, gleich ihren berufsmässigen Beobachtern von ehedem, den würdigen Meistern „Stadtuhrenmachern“ der guten alten Zeit, seit Einführung der elektrischen Telegraphie ihre praktische Bedeutung als Regulatoren unsrer Thurm- und damit auch indirect unsrer Wand- und Sackuhren verloren, so ist ihnen doch ihre ureigene Bedeutung, *wahre Naturuhren zu sein,* geblieben. Die Beobachtung des Ganges einer solchen aber muss auf jeden denkenden und dabei zugleich auch ein wenig sinnigen Menschen einen intellectuell und moralisch tiefgehenden Eindruck ausüben. Wie die Schattenlinie auf dem Zifferblatte der Sonnenuhr von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang von Westen nach Osten streicht, so bewegt sich auch der Erdmeridian, auf dem wir stehen, um die Axe der Erde von Westen nach Osten, um in einem bestimmten Zeitpunkte den obersten Saum der Sonne am östlichen Horizonte heraufblitzen, das glänzende Tagesgestirn höher und höher bis zur wahren Mittagszeit steigen und dann wieder sinken zu sehen, bis endlich derselbe Lichtpunkt, den wir hoffnungsfreudig am Morgen begrüsst, am Abend dem wehmüthig folgenden Blicke im Westen entschwunden ist. Und wie das Lichtbild des Einschnittes im schattenwerfenden Stabe, den Thierkreislinien auf dem Zifferblatte unsrer Sonnenuhr folgend, vom kürzesten Tage an nach Süden vorschreitet, mit Frühlingsanfang die Aequinoctiallinie passirt, weiter nach Süden fortschreitet bis zum längsten Tage, um dann, in umgekehrter Richtung mit Herbstanfang wieder die Aequinoctiallinie überschreitend, bis zum kürzesten Tage nach Norden zurückzuweichen, also bewegt sich auch der Planet, auf dem wir leben, nur die Stellung seiner Axe im Weltenraume behauptend (natürlich abgesehen von der, übrigens nicht blos während eines Jahres, sondern auch während unsres ganzen menschlichen Lebens unmerklichen, Präcession der Tag- und Nachtgleiche), im Laufe eines Jahres um das königliche Muttergestirn, zugleich aber auch Tag für Tag um die eigene Axe, so dass wir vom kürzesten bis zum längsten Tage die Sonne in immer grösser, dann aber vom Sommer- bis zum Winteranfange in immer kleiner werdendem Bogen am Firmamente vorüberziehen zu sehen glauben. So bietet uns die Sonnenuhr auf, unserm Sehvermögen entsprechend, verkleinerter Bildfläche ein getreues Abbild der gewaltigen Bewegung der Mutter Erde. — Allein auch so wie der Schatten von Morgen bis Abend langsam, aber stetig, nie ruhend dahinstreicht, wie das Lichtbildchen in demselben seine noch langsamere, aber nicht minder stetige Bewegung von Jahreszeit zu Jahreszeit beschreibt, so streichen auch dahin unsre Tage, Lenze und Sommer langsam, aber stetig, ohne Rast, bis wir mit dem ebenso sinnigen als verständigen Sänger des „finsteren“ Mittelalters, *Walther von der Vogelweide,* klagen können:

Owê war sint verswunden — alliu mîniu jâr!
ist mir mîn leben getroumet, — oder ist esz wâr?

Und wie wir die einmal vollzogene Bewegung von Schatten- und Lichtbild auf der Sonnenuhr durch keine Macht der Erde rückgängig machen können, sondern, wohl oder übel, als vollendete Thatsache anerkennen müssen, so sind damit auch unsre Lebenstage und Lebensjahre unwiederbringlich vorübergegangen:

Sed fugit interea, fugit irreparabile tempus!
(Verg. Georg. III 284.)

Das wäre das richtige auf jeder Sonnenuhr anzubringende Memento! Man sage uns nicht, auch eine *mecha-*

nische Uhr sei geeignet, diese Reflexionen zu veranlassen, diese Gefühle wachzurufen. Nein! Denn abgesehen davon, dass mechanische Uhren, die nicht blos die Tages-, sondern auch die Jahreszeit bezeichnen, Raritäten sind, so ist wohl zu beachten, dass kein natürlicher Zusammenhang, kein nothwendiges Abhängigkeitsverhältniss besteht zwischen der Bewegung der mechanischen Uhr und derjenigen unsrer Erde. Schon desshalb kann von einem Abbilde dieser Bewegung nicht die Rede sein. Und weiter, wir wissen zu gut, wer die mechanische Uhr aufgezogen hat, und wessen Kraft es folglich in Wahrheit ist, die nach dem Naturgesetze von der „Erhaltung der Kraft" die Uhr während gewisser Zeit im Gange erhält. Wir wissen auch, dass es nur von unserm Willen abhängt, ob die Uhr geht oder ob sie steht, ob sie langsamer oder schneller geht. Der Gang der besten mechanischen Uhr kann auf uns nur den Eindruck der Verrichtungen eines, wenn auch vielleicht sehr geschickten, doch sicherlich charakter- und willenlosen Sklaven machen. *Der Gang der Sonnenuhr dagegen tritt uns mit der Würde der Natur entgegen.* Da können wir nur zusehen, nicht stellen oder gehen lassen, nicht beschleunigen oder verzögern. Wünschen wir desshalb der Anfertigung und Verbreitung der Sonnenuhren einen neuen kräftigen Aufschwung! Gewiss wären sie eine würdigere Gartenzierde als jene einen fast chinesischen Geschmack voraussetzenden verschiedenmetallenen und verschiedenfarbigen Kugeln, welche uns die Gesetze des sphärischen Convexspiegels bis zum Ueberdrusse zur Anschauung bringen, falls sie überhaupt so viel bei Jedermann zuwege bringen sollten.

Es ist bekanntlich bei der Aufstellung jeder Sonnenuhr eine conditio sine qua non, dass die Richtung der die Lage des Schattens bestimmenden Linie mit derjenigen der Erdaxe zusammenfalle. Zu dem Ende wird bei einer Horizontal-Sonnenuhr, wie sie Endl und Walk in verhältnissmässig sehr genauer Ausführung und zu einem verhältnissmässig noch niedrigeren Preise liefern, zweierlei nöthig: einmal die Ebene des schattenwerfenden Metallzackens in diejenige des Meridians des Ortes zu bringen, dann aber auch, insofern der betreffende Ort nicht gerade unter 50^0 nördlicher Breite liegt, dem Zifferblatte des Instrumentes die richtige Inclination gegen die Horizontale zu geben, in St. Gallen eine solche von $2{,}5^0$ nach Norden. Der zu einer genauen Aufstellung unumgänglich nothwendige beträchtliche Zeitaufwand lässt es nun wünschbar erscheinen, die einmal erreichte richtige Aufstellung zu einer dauernden zu machen. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass wenn eine Horizontal-Sonnenuhr, auch wenn sie, wie die von Endl und Walk, in Metallguss erstellt und mit Oelfarbe bemalt ist, dennoch während der ungleich längeren Zeit, wo sie wegen mangelnden Sonnenscheins „ausser Betrieb" steht, eines schützenden Daches bedarf. Auf unserer Säule ist nun die ein- für allemal richtig aufgestellte Sonnenuhr in der Regel von einer dicht schliessenden, wie die Abbildung auf Taf. 8 zeigt, entfernt die Form eines Säulencapitäls nachahmenden Metallkappe bedeckt, welche aber durch Drehung von zwei starken Schrauben mittelst eines dazu passenden Schlüssels leicht losgeschraubt werden kann. Damit nun aber unser Stein zugleich seiner zweiten Aufgabe Genüge leiste, ist die Construction des Gerippes der Dachkappe eine in Folge reichlicher Verwendung von Winkeleisen so solide, dass die eigentliche Dachplatte eine sehr feste Basis für das Fernrohr darbietet. Ueberdies wird durch drei auf derselben aufgelöthete Plättchen von starkem Bandeisen mit Vertiefungen, die hinsichtlich ihrer Form und gegenseitigen Lage genau den Sohlen der drei Füsse des Fernrohrstativs angepasst sind, eine seitliche Verschiebung unmöglich gemacht. Wenn nun einerseits die Ausdehnung der Dachfläche durch die Spannweite des Fernrohrdreifusses bedingt ist, so muss anderseits die Höhenlage derselben der Grösse des menschlichen Körpers, aber auch der Länge des Fernrohres von seiner Drehaxe bis zum Ocular, sowie endlich auch noch den am häufigsten vorkommenden Höhen der astronomischen Beobachtungsobjecte angemessen sein. Diesen Anforderungen wird nun durch die gewählte Säulenhöhe von $9{,}_{75}$, die mittlere Sockelhöhe von $2{,}_{75}$ und den Sockelradius von $8{,}_{57}$ dm so ziemlich entsprochen. Indem der Beobachter je nach den objectiv und subjectiv gegebenen Verhältnissen ganz auf dem Boden oder ganz auf dem Sockel steht oder aber nur einen Fuss auf den Sockel setzt, indem er ferner den Kopf etwas nach vorn oder etwas nach hinten neigt, kann er sich der verschiedenen Sternhöhe accommodiren, ohne sich dabei selber zu incommodiren.

Um zu zeigen, inwiefern unsere Säule auch die dritte ihr zugedachte Aufgabe erfülle, geben wir zunächst eine Copie der auf den vier Seiten derselben eingegrabenen Inschriften, wobei wir in unmittelbarem Anschluss an die Mittheilung der Daten einer Seite sogleich einige erläuternde Bemerkungen folgen lassen.

Nordseite:

47° 26′	**von d. Aequator**		
1 36	**„**	**Südgrenze**	**= 178,7 km**
0 23	**„**	**Nord „**	**= 42,6**
Vom Erdcentrum			**6366,6**
Unter d. Aequator			**10,8**
Ueber dem Pol			**10,5**
Mein Loth vom Erdcentr.			**21,2**

Von d. Mond 56,96—63,57 Aequatorialradien.

„ Sonne 379—392 Monddistanzen.

Die angegebene Entfernung von der (sc. Schweizer-) Grenze bezieht sich auf den Parallelkreis, der den in der bezeichneten Richtung liegenden äussersten Grenzzipfel tangirt. Abstand des Erdcentrums + „unter dem Aequator" = Aequatorialradius. Abstand des Erdcentrums — „über dem Pol" = Polarradius. „Mein Loth vom Erdcentrum" will sagen, dass die Richtung des Bleilothes in St. Gallen oder, was dasselbe ist, die rechtwinklig auf die Horizontalebene

St. Gallens gezogene Linie neben dem Erdcentrum um die angegebene Strecke (natürlich südlich) vorbeigehe.

Ostseite:

Neuseeland 1. Jan.	**V.**	**11 Uhr**	**25**
St. Gallen		**12 „**	**8**
Bern Neujahrsmitternacht			
Paris 31. Dez. Nachm.		**11 „**	**40**
Greenwich		**11 „**	**30**
New-York		**6 „**	**34**
St. Francisco		**3 „**	**20**
St. Laurenz Sylvestermittag			

Vom Jupiter 3,949— 6,455
„ Neptun 28,82 —31,25

Sonnendistanzen.

Wenn in der Neujahrsnacht in St. Gallen die bekannte feierliche Pause im Geläute der das scheidende Jahr aus- und das nahende einläutenden Glocken gemacht wird, um allgemein vernehmlich die Mitternachtsstunde schlagen zu lassen und damit den bürgerlich so bedeutungsvollen Augenblick des Jahreswechsels hervorzuheben, so ist es eigentlich in Bern und nicht in St. Gallen Mitternacht. In St. Gallen ist die wahre Mitternachtsstunde und mit ihr auch das alte Jahr, wie unsre Tabelle angibt, schon seit acht Minuten vorüber. Im gleichen Augenblicke besteht nun an den angegebenen mit Rücksicht auf ihre geographische Lage oder aber ihre culturhistorische Bedeutung ausgewählten Orten das angegebene Kalenderdatum und die angegebene Tageszeit. Was speciell das Anfangs- und Endglied unsrer Zusammenstellung, *Neuseeland* und *St. Laurenz,* anbelangt, so sind gerade diese zwei Inseln gewählt, weil erstere, ein vorgeschobener Posten von Australien, wie dieses selber ein vorgeschobener Posten von Asien ist, sicher das Kalenderdatum der „alten Welt", letzteres, im östlichen Behringsmeere gelegen, geographisch und seit einer Reihe von Jahren nun auch politisch zu Amerika gehörig, sicher das Kalenderdatum der „neuen Welt" respectiren wird. Da die Hispanier (wir erlauben uns mit diesem Ausdrucke die Spanier und Portugiesen zugleich zu bezeichnen), die mit einem Muthe, welchem die Weltgeschichte nur wenige Beispiele an die Seite zu stellen hat, nach der Entdeckung Amerikas unaufhaltsam weiter nach Westen vordrangen, in dieser Richtung viele Inseln entdeckten, die, weil weit näher, leichter von der asiatischen Küste aus zu erreichen gewesen wären, so begreift sich leicht, dass die Datumslinie zu einer sehr unregelmässigen Curve hat werden müssen. Jeder Ort hatte eben das Datum desjenigen Continentes anzunehmen, von dem aus er aufgefunden wurde, ähnlich wie von jeher eine Colonie die Gesetze, Sitten und Gebräuche der Mutterstadt angenommen hat. Die Datumslinie ist indessen im Begriffe, sich immer mehr zu verbessern, d. h. weniger krumm zu werden. Längst befolgen die englischen Seefahrer die Regel, 180° östlich oder westlich über ihr geliebtes *Greenwich* hinausgekommen, das Datum zu ändern, d. h. einen Tag als eingeholt zu betrachten, wenn sie in westlicher, dagegen als verloren, wenn sie in östlicher Richtung segelnd, jenen Meridian passiren. Gegen dieses etwas kurz abgebundene Verfahren ist, soweit es blos auf offener See prakticirt wird, wie gegen manches Andere nichts einzuwenden. Allein auch vor dem Richterstuhle der Mathematik vermag dieses Verfahren wohl zu bestehen. Denken wir uns, zwei Schiffe, das eine von Westen, das andere von Osten kommend, passiren die hintere Hälfte des Meridians von Greenwich und zwar in dem Momente, wo es in *Greenwich* selbst *Mittag* ist, dann ist es für beide Schiffe sicher *Mitternacht.* Allein welchem Tage gehört diese Mitternacht an? Ist es die Mitternacht, die dem gleichzeitig in Greenwich bestehenden Mittage um 12 Stunden voraus ist oder aber umgekehrt um 12 Stunden nachgeht? Das hängt offenbar rein von der *Richtung* ab, in der wir reisen und folglich jenen Meridian berühren. Kommen wir *von Westen,* dann ist es für uns die Mitternacht *nach* dem Greenwicher Mittag, denn wir wissen ja, dass, was östlich von uns liegt, die Sonne vor uns sieht, dass also jene Gegend uns um 12 Stunden in der Zeitrechnung voraus sein muss. Kommen wir dagegen *von Osten,* dann ist es die Mitternacht *vor* dem Greenwicher Mittag, denn wir wissen ja, dass, was westlich vor uns liegt, mit Bezug auf alle Erscheinungen am Firmamente nach uns an die Reihe kömmt, dass also jene Gegend erst Mitternacht haben kann, während wir, nach Greenwich versetzt, schon Mittag haben würden. Nehmen wir nun weiter an, der Greenwicher Mittag, um den es sich hier handelt, sei derjenige des *1. Januars,* so ist klar, dass wir den Zeitpunkt, in dem wir, *von Westen* kommend, die hintere Hälfte des Meridians von Greenwich berühren, als die *auf den 1. Januar folgende* Mitternacht bezeichnen müssen, denn für die ganze Erdhälfte östlich von Greenwich ist der ganze Vormittag des 1. Januars vorüber. Kommen wir aber *von Osten,* so werden wir sagen, es sei die *dem 1. Januar vorausgehende* Mitternacht, denn die ganze Erdhälfte westlich von Greenwich hat den Vormittag des 1. Januars erst noch zu vollenden. Beschränken wir uns nun aber nicht auf eine *Berührung* der hintern Hälfte des Meridians von Greenwich, sondern *passiren* wir denselben und zwar *in der Richtung nach Osten,* so gerathen wir aus der Herrschaft des Datums der *vor* Greenwich liegenden Erdhälfte in die *hinter* Greenwich liegende, müssen also in unserer Zeitrechnung um einen Tag *zurückgehen.* Wir müssen umgekehrt einen Tag *überschlagen,* wenn wir *in westlicher Richtung* segelnd jene vielgenannte Linie passiren, weil wir von der *hinter* Greenwich liegenden Erdhälfte auf die *vor* Greenwich liegende gerathen, für welche Alles schon vorüber ist, was für Greenwich erst kommen wird. Natürlich kann die gleiche Betrachtung ebensogut für irgend einen andern Meridian, also denjenigen von Paris oder denjenigen von Ferro angestellt werden.

Handelt es sich dagegen nicht um ein seinen Curs

verfolgendes Schiff, sondern um festes Land, und wäre es auch nur das „Festland“ einer Insel, so hiesse es, ein mathematischer Pedant sein, wollte man strenge an jener Regel festhalten. Denn da die kleinste Insel immer noch unendlich breiter ist als eine mathematische Linie, also auch die berühmte Mittagslinie von Greenwich, so käme man bei der pedantischen Befolgung jener Regel zu der komischen Consequenz, in demselben Ländchen zwei verschiedene Daten zu haben. Da muss unbedingt die mathematische Schärfe eine Concession an die „praktische Vernunft“ machen, wie diess mit Bezug auf die Bezeichnung der Tageszeit auch geschieht. — Gut ist es immerhin, dass gerade in jener für den scrupulösen Kalendermann so bedenklichen Gegend die ausgedehnteste Wasserwüste der Erde sich ausbreitet.

Was die nähere Bezeichnung der Tages- (und Nacht-) zeit in unsrer Tabelle betrifft, so ist nach dem Vorgange der Eisenbahnfahrtenpläne unter V(ormittag) die Zeit von Mitternacht bis Mittag, unter Nachm(ittag) diejenige von Mittag bis Mitternacht verstanden. „V. 12 Uhr 8“ bedeutet also 8 Minuten nach Mitternacht, „Nachm. 11 Uhr 40“ 20 Minuten vor Mitternacht etc.

Südseite:

Unter d. Gaurisankar	**8174**	**m**
Montblanc	**4141**	
Freudenberg	**219**	
meteorolog. Säule	**1**	
Ueber d. Langensee	**472**	
„ -Grund	**847**	
Meer	**668,5**	
Tuscaroratiefe	**9182**	

Von den Fixsternen = 250000 Sonnendistanzen.

Es sind hier, als für St. Gallen's Bewohner zwecklos, möglichst diejenigen Höhenangaben vermieden, welche sich bereits auf der in der Mitte des St. Gallischen Marktplatzes errichteten *meteorologischen Säule* finden, z. B. Säntis, Bodensee. Dagegen ist der *Freudenberg* als die unmittelbar von dem Platze aus, auf dem unsere Säule steht, sichtbare Anhöhe (Panorama von dem vielverdienten *Heinrich Keller* von Zürich schon vom Jahre 1819) aufgenommen.

Für die höchste Spitze des Himalaya, den höchsten Berg der Erde, ist der altindische und nicht der modern-englische Name gewählt, weil er ungleich älter, ehrwürdiger, poetischer und für andere als gerade englische Ohren gewiss auch wohlklingender ist als *„Mount Everest“*.

Der *Langensee* ist als der tiefstliegende See der Schweiz berücksichtigt. Die für die Höhenlage seines Grundes angegebene Zahl ist *Egli,* Taschenbuch schweizerischer Geographie etc., 2. Aufl., 1878, pag. 13, entnommen. Die sonst für seine Tiefe angegebene Zahl, 854 m, wonach der Grund des Langensee's volle 657 m. unter dem Spiegel des Meeres läge, ist jedenfalls falsch.

Wie man sieht, sind sämmtliche Höhenangaben, mit einziger Ausnahme derjenigen über Meer, auf ganze m. abgerundet, wie denn überhaupt in unsern Zusammenstellungen auf eine mit dem „Lapidarstil“ unverträgliche peinliche Zahlenschärfe verzichtet ist.

Westseite.

27°	**3′**	**von Ferro**
9	**23**	**Greenwich**
7	**3**	**Paris**
1	**56**	**Bern**
3	**26**	**d. Schweizer-**

Westgrenze = 264,7 (258,4) km

1 7 der Ostgrenze = 85,3 (84,1) km.

Von d. Venus 0,264—1,756
„ Mars 0,371—2,676
Sonnendistanzen.

Die Entfernung von der Grenze bezieht sich hier auf den *dieselbe tangirenden Meridian* und zwar in der Richtung beider in Betracht kommenden Parallelkreise, desjenigen von St. Gallen (in Parenthese) und desjenigen des in der bezeichneten Richtung liegenden Grenzzipfels, gemessen.

Venus und *Mars* sind als unsere Nachbarn, wie oben *Jupiter* als der grösste und *Neptun* als der äusserste Planet berücksichtigt.

Dass die Säule einen Sockel erhalten hat, verdanken wir dem vielverdienten Vorstande des St. Gallischen Erziehungswesens, dem Landammann *Dr. Friedrich von Tschudi.* Im Interesse der Kostenersparniss war anfänglich die Erstellung eines Sockels nicht beabsichtigt. Mit Recht machte nun aber unser Erziehungspräsident geltend, dass eine Säule ohne Sockel in ihrer Kleinheit und Dürftigkeit auch gar zu sehr abstechen müsste von den monumentalen Dimensionen unseres Schulgebäudes. Gerne machte ich nun von der damit zugleich ausgesprochenen Bereitwilligkeit der Oberbehörde, im Interesse der Sache ein grösseres financielles Opfer zu bringen, Gebrauch, um eine weitere Idee zu realisiren, d. h. die auf dem Steine selbst in abstracten Zahlen notirte Grösse der Abplattung unseres Planeten in lebendiger Anschaulichkeit zur Darstellung zu bringen. Dies ist mir mit sehr einfachen Mitteln in folgender Art gelungen.

Der Radius des Sandsteinsockels = 857 mm entspricht dem Polarradius der Erde = 857 geographischen Meilen. Nun aber ist der obere Sockelrand in einer Höhe von ca. 5 cm 3 mm tief ringsum weggeschliffen und in diese Vertiefung ein eiserner Reif eingelassen, welcher an denjenigen Punkten, welche den beiden Polen entsprechen, auf 3 mm Dicke ausgeschmiedet ist und folglich an diesen zwei Punkten die Vertiefung gerade ausfüllt, dann aber beidseits gegen den Aequator zu an Dicke allmälig zunimmt bis zur ursprünglichen Eisenstärke von 6 mm. Dadurch gelang es, die Abplattung der Erde zum nicht nur sichtbaren sondern sogar greifbaren Ausdrucke zu bringen. Darauf bezieht sich nun die in die Verticalfläche des Sockels eingehauene

Inschrift: „Größe und Gestalt der Erde — 1 mm = 1 geographische Meile." — Die terrassenartig weit vorspringende obere Fläche des Sockels endlich, welche in ihrer Gesammtheit nach dem oben Gesagten nichts anderes als einen durch die Pole gehenden Durchschnitt durch die Erde darstellt, bot sich als erwünschter Platz für die Anbringung einer *Windrose* dar. Gewiss erfüllt keine Windrose ihren Zweck besser als eine, die gross genug ist, dass man auf ihr stehen und herumgehen kann.

Der erwähnte eingelassene *Eisenreif* dient neben seinem theoretischen zugleich einem praktischen Zwecke, indem er der raschen Abnützung des exponirtesten Theiles des nur aus Molassen-Sandstein angefertigten Sockels vorbeugt. Die *runde* Form des Sockels endlich stellt überdiess ein ästhetisch vermittelndes Element dar, da ohne sie die ganz schiefe Stellung, in der sich der nach den Himmelsgegenden situirte Stein zu der Längenachse des Kantonsschulgebäudes befindet, unangenehm in die Augen fallen müsste. Allein auch mit dem starken im Kantonsschulhofe stattfindenden Verkehre, welchem unser demselben unerwartet mitten in den Weg gestelltes kleines Monument leicht zu einem Steine des Anstosses hätte werden können, sich zu versöhnen, hatte die runde Sockelform von vorneherein mehr Aussicht als irgend eine herausfordernde eckige.

Die eigentliche Säule ist von Bildhauer *Johann Moser* in St. Gallen aus Marmor von *St. Triphon,* Cant. de Vaud, gehauen. Dieser Stein ist ziemlich frei von weissen Adern und nimmt unter dem Einflusse der Politur eine schöne schwarze Färbung an, von der sich die metallglänzenden Schriftzeichen vortheilhaft abheben. Was die verschiedenen Inschriften betrifft, so hatte ich zuerst die Absicht, die astronomischen Daten auf der schiefen Oberfläche des vorspringenden Fusses der Säule anzubringen. So sehr nun auch dieser nach dem Firmamente weisende Ort dem Zweck entsprochen hätte, so musste doch von ihm mit Rücksicht auf die zerstörende Wirkung der Atmosphärilien Umgang genommen werden. Um nun doch zwischen den geographischen und den mit ihnen in durchaus keinem innern Zusammenhange stehenden astronomischen Daten einen augenfälligen Unterschied zu machen, wurde nicht nur auf jeder der vier Schriftflächen ein passender Grenzstrich zwischen den zweierlei Daten angebracht sondern auch sämmtliche *geographischen* Daten in sog. Antiqua, die *astronomischen* dagegen in sog. gothischer Schrift geschrieben, die ersteren mit Gold, die letzteren mit Platin belegt.

Die Zeit der Aufstellung unseres bescheidenen Denksteines fällt zusammen mit dem 25jährigen Bestehen unserer Lehranstalt. Wer will es uns da verdenken, dass wir auf den Gedanken gekommen sind, den Stein auch in dieser Richtung zu einem Denkmale zu machen? Wir haben es gethan, indem wir in die Verticalflächen des Fusses der Säule in der durch ihre würdige Einfachheit und einfache Würde sich auszeichnenden *ächten* Antiqua, ohne Anbringung irgend eines metallenen Flitters, die Worte haben einmeisseln lassen: ERRICHTET MDCCCLXXXI — IM XXV. JAHRE — SEIT ERŒFFNUNG DER — GEMEINS. KANTONSSCHULE.

Noch spreche ich hier meinen ganz besondern Dank aus meinem Collegen Prof. *A. Güntensperger,* unserem vorzüglichen Lehrer der Mathematik, der Astronomie und Meteorologie, welcher sich die grosse Mühe nicht hat verdriessen lassen, den von mir ausgearbeiteten, namentlich mit Rücksicht auf die Genauigkeit der Zahlen durchaus mangelhaften Entwurf einer gründlichen Durchsicht und Prüfung zu unterwerfen und dabei nicht nur einzelne Daten zu berichtigen sondern dieselben auch wesentlich zu ergänzen.

III.

Ueber die Form des Sonnenbildes.

Ueber diesen schon in den ersten der Optik gewidmeten Lehrstunden behandelten Gegenstand habe ich in allen mir zugänglichen Lehrbüchern der Physik Angaben gefunden, die mich nicht befriedigen konnten. So steht in *Pouillet-Müller, Lehrbuch der Physik und Meteorologie,* 8., von *Pfanndler* bearbeitete Aufl., Braunschweig, Vieweg, 1878, II, pag. 13: „Wenn man das Licht der Sonne durch eine kleine Oeffnung fallen lässt, *so erhält man jederzeit ein rundes Sonnenbild, welches auch die Gestalt der Oeffnung selbst sein mag.*“ Müller nimmt dann eine im Verhältnisse zum *normalen* Sonnenbilde (worunter wir das bei punktartiger Oeffnung entstehende verstehen wollen) kleine Oeffnung an, welche die Form eines sog. stehenden, d. h. auf eine Spitze gestellten Quadrates hat, und zeigt, wie jedes der von verschiedenen Punkten der Sonnenscheibe ausgegangenen, die Oeffnung passirenden Strahlenbüschel auf dem Schirm, auf welchem das Bild aufgefangen wird, ein Abbild der Oeffnung erzeugt. Er wählt hiebei ausser dem Mittelpunkt der Sonne noch den obersten und untersten, sowie auch den äussersten Punkt rechts und links, welche letztern vier Randpunkte je ein Abbild der Oeffnung in n, resp. n″, l, r hervorbringen, und fährt dann fort: „Alle übrigen Punkte des Sonnenrandes geben viereckige Bilder, *die auf den Umfang des Kreises l n″ r n* (welchen Müller *die äussersten Ecken* der vier Quadrätchen tangiren lässt) *fallen*, während die übrigen Punkte der Sonne das Innere dieses Kreises erleuchten; die Gesammtheit aller der einzelnen viereckigen hellen Bildchen zusammengenommen bildet mithin einen kreisförmigen hellen Fleck. Wäre die Sonnenscheibe nicht rund sondern eckig, so würde *jedes, auch ein rundes,* Loch einen eckigen hellen Fleck geben. Dies kann man in der That während einer Sonnenfinsterniss beobachten, indem die hellen Flecke die sichelförmige Gestalt des unbedeckten Theiles der Sonnenscheibe zeigen.“ Ich bestreite nun, dass die Abbilder sämmtlicher zwischen den vier angenommenen liegenden Punkte des Sonnenrandes *„auf den Umfang“* jenes Kreises fallen. Hätte Müller statt dieses willkürlich angenommenen Kreises denjenigen gezeichnet, in welchem sich das *normale* Sonnenbild darstellt, oder hätte er statt seines stehenden ein liegendes Quadrat als Form der Oeffnung angenommen, so würde er seinen Irrthum ohne Zweifel erkannt haben. Ich bestreite ferner die Richtigkeit des Satzes: „Wäre die Sonnenscheibe nicht rund etc.“ Ich kann nicht zugeben, dass auf die Form der Sonne *alles,* auf diejenige der Oeffnung *nichts* ankomme, welcher Auffassung Müller offenbar huldigt.

In *Wüllner, Lehrbuch der Experimental-Physik,* 3. Aufl., Leipzig, Teubner, 1875, II, pag. 6, lesen wir: „Lässt man die Sonne durch eine *wie immer gestaltete kleine Oeffnung* hindurchscheinen und fängt die Sonnenstrahlen auf einem hinter der Oeffnung befindlichen Schirme auf, so sieht man auf dem Schirme *nicht einen hellen Fleck von der Gestalt der Oeffnung sondern immer einen hellen runden Fleck,* dessen Grösse sich ändert u. s. w.“ „Von jedem Punkte der Sonne geht Licht durch die Oeffnung hindurch und entwirft auf dem dahintergehaltenen Schirm ein kleines Bildchen der Oeffnung. *Da nun alle Punkte des kreisförmigen Sonnenrandes solche kleinen Bildchen erzeugen, so liegen diese in einem Kreise geordnet, und da sich die einzelnen Bilder unendlich nahe liegen und zum Theil ineinander greifen, so erzeugen diese einen zusammenhängenden hellen Kreis,* dessen Mitte durch die hellen Bilder, welche von den mittleren Punkten der leuchtenden Sonne erzeugt werden, ausgefüllt wird. Auf dem Schirm entsteht also ein leuchtendes Bild der Sonne. Dass dieses richtig ist, davon überzeugt man sich leicht zur Zeit einer Sonnenfinsterniss u. s. w.“ Nachdem dann Wüllner pag. 7 weiter gezeigt, wie unter gleichen Bedingungen auch ein verkehrtes Bild von einer Kerzenflamme und von der beleuchteten Landschaft erhalten werden kann, so fährt er pag. 8 fort: „Ist die Oeffnung *hinreichend klein,* so fallen die einzelnen Bilder der Oeffnung unmittelbar neben einander und erzeugen so ein Bild der Gegenstände, von deren sämmtlichen Punkten Licht durch die Oeffnung auf den Schirm fällt. Ist aber die Oeffnung *gross,* so fallen die einzelnen von den verschiedenen leuchtenden Punkten beleuchteten Flächenstücke des Schirmes, die einzelnen Bilder der Oeffnung *nicht mehr neben sondern über einander,* und dadurch wird das Bild der Gegenstände ausserhalb auf dem Schirme *verwaschen* und undeutlich; und wird die Oeffnung endlich *sehr gross,* wie z. B. ein Fenster, so entsteht gar kein Bild mehr sondern nur eine beleuchtete Fläche, *deren Grenzen den Grenzen der Oeffnung ähnlich sind.*“

Ich bestreite nun keineswegs die Richtigkeit des Satzes, dass, da alle Punkte des kreisförmigen Sonnenrandes Bildchen der Oeffnung erzeugen, *diese Bildchen in einem Kreise*

geordnet liegen, ebenso wenig diejenige des unmittelbar darauf folgenden Vordersatzes, dass sich die einzelnen Bilder *unendlich nahe liegen* und zum Theil *ineinander greifen,* wohl aber die Richtigkeit des daraus gezogenen Schlusses, dass diese Bilder desshalb *einen zusammenhängenden Kreis erzeugen müssen.* Wo dann Wüllner von dem verkehrten Landschaftsbilde redet, da vermisse ich die nöthige Präcisirung der Grössenbegriffe „hinreichend klein", „gross", „sehr gross". Wann ist die Oeffnung *„hinreichend"* klein? Wo hört der Begriff *„gross"* auf und fängt der Begriff *„sehr gross"* an?

Mousson, welcher in seinem Werke: *„Die Physik auf Grundlage der Erfahrung",* 3. Aufl., Zürich, Schulthess, 1881, die Frage der *„Bilder durch kleine Oeffnungen"* von einem allgemeineren, mehr mathematischen Standpunkt aus behandelt, stellt Tom. II, pag. 350, als exacten Ausdruck für die Grösse der *„Undeutlichkeit"* des Bildes die Formel auf

$$\frac{\gamma'}{a} = \frac{\gamma\,(D+d)^2}{D^2\,a} = \frac{\gamma\,(D+d)^2}{d^2\,A},$$

wo A die Oberfläche des Gegenstandes und a diejenige des Bildes, D die Entfernung des Gegenstandes und d diejenige des Bildes von der Wand, in der die Oeffnung angebracht ist, endlich γ die Grösse der Oeffnung und γ' die Grösse von deren Abbild auf dem Schirme, „die Fläche der Undeutlichkeit" bedeutet, und folgert daraus, dass die (im Vergleiche mit der Flächengrösse des Bildes bestehende) Undeutlichkeit „um so weniger störend wird, je weiter die Wand (so heisst hier, was oben mit „Schirm" bezeichnet ist) absteht". Im unmittelbaren Anschlusse daran fährt er fort: „Während für kleine Oeffnungen und entfernte Wände die *Gestalt der Oeffnung* nicht auf die *Grösse* des Bildes sondern nur auf seine *Schärfe* Einfluss hat, tritt bei *sehr grosser Oeffnung und ganz naher Wand* die *Gestalt* der Oeffnung hervor, verundeutlicht durch die Grösse des Bildes. Die Sonne, ihre Strahlen durch ein Schlüsselloch, die Lücken eines Fensterladens, die Zwischenräume der Baumblätter sendend, zeichnet nicht die Umrisse der Oeffnungen sondern kleine Lichtkreise des eigenen Bildes." Die Richtigkeit der zuerst gemachten Folgerung bezüglich des Einflusses, den die Entfernung des Schirmes von der Oeffnung hat, ist unanfechtbar. Dagegen begreife ich nicht, wie dann weiter gefolgert werden kann, dass für kleine Oeffnungen und entfernte Wände (Schirme) die Gestalt der Oeffnung nicht auf die *Grösse* des Bildes sondern nur auf seine *Schärfe* Einfluss haben soll. Besteht ein Einfluss auf die Schärfe, so besteht eo ipso auch einer auf die Grösse. Letztere muss um das Mass der Verschwommenheit des Umrisses des Bildes zunehmen, oder, noch exacter gesprochen, wenn a_1 den Durchmesser des normalen Sonnenbildes, γ'_1 denjenigen des Abbildes des Oeffnung bezeichnet, so muss a_1 um γ'_1 zunehmen. γ'_1 ist aber hier gleich γ_1, d. h. gleich dem Durchmesser der Oeffnung, weil wir in der Gleichung

$$\frac{\gamma'}{a} = \gamma\,\frac{(D+d)^2}{D^2\,a} = \gamma\,\frac{(D^2+2\,Dd+d^2)}{D^2\,a}$$

die Summanden d^2 und 2 Dd, als, wenn es sich um die Sonne handelt, im Verhältnisse zu D^2 verschwindend klein, streichen dürfen. Die additionelle Durchmesser-Vergrösserung des normalen Bildes, welche jedenfalls gleich dem Durchmesser des Abbildes der Oeffnung ist, ist bei der Sonne, deren Entfernung in diesem Zusammenhang als unendlich gross angenommen werden darf, auch gleich dem Durchmesser der Oeffnung selbst. Die Durchmesser-Vergrösserung des normalen Bildes fällt aber auch unter allen Umständen zusammen mit der Flächenbreite der Undeutlichkeit des Bildes. Wenn dann Mousson weiter bemerkt, dass „bei sehr grosser Oeffnung und ganz naher Wand (Schirm) die Gestalt der Oeffnung hervortrete, verundeutlicht durch die Grösse des Bildes" (worunter hier ohne Zweifel dasselbe gemeint ist, was wir oben als „normales" (Sonnen-)Bild bezeichnet), so schliesse ich daraus, Mousson nehme an, dass gleichzeitig mit der Grösse der Oeffnung auch die *Gestalt* derselben einen mit dem Wachsthum der ersteren steigenden Einfluss auf die Beschaffenheit des Bildes ausüben müsse — eine Ansicht, welcher ich vollkommen beipflichte.

Fliedner spricht sich in seinen *„Aufgaben aus der Physik"*, 6. Aufl., Braunschweig, Vieweg, 1880, pag. 93, Aufg. 11, mit folgenden Worten über den Gegenstand aus: „Wenn man durch eine Oeffnung in dem Fensterladen eines dunklen Zimmers directes Sonnenlicht auf einen Schirm fallen lässt, so erhält man auf diesem einen hellen *Kreis,* der, wenn die Oeffnung *sehr eng* ist, einem bei der Oeffnung befindlichen Auge nahe unter demselben Sehwinkel erscheint wie die Sonne, nämlich unter einem Winkel von 32 Minuten. *Dabei ist die Form der Oeffnung gleichgültig, so dass auch, wenn diese z. B. ein Quadrat ist, ein kreisförmiges Bild auf dem Schirme entsteht.* Mit *Vergrösserung der Oeffnung* wird nun aber das Bild *grösser* und zwar *der Grösse und Gestalt nach* gleich der *Oeffnung,* vermehrt nach jeder Richtung um *den Halbmesser des Kreises, der bei möglichst enger Oeffnung entsteht."* In dieser, im Uebrigen gewiss sehr präcisen und klaren Darlegung muthet uns nur das befremdlich an, wie mit der Vergrösserung der Oeffnung *plötzlich* die bei sehr enger Oeffnung noch gleichgültig gewesene Gestalt derselben zur Geltung kommen könne. In welchem Stadium des Wachsthums der Oeffnung soll denn dieser *Wendepunkt* eintreten?

Ich werde nun im Nachfolgenden den Gegenstand in der Form behandeln, in der ich ihn seit einer Reihe von Jahren den Schülern unseres physikalischen Schlusscurses vorzulegen pflege.

Die für sämmtliche vier im Nachfolgenden angenommenen Fälle geltende Voraussetzung ist, es befinde sich eine Lichtquelle in unendlicher Entfernung dem Verdunklungsladen gerade gegenüber (oder für den Fall, dass ein Heliostat in den Gang der Lichtstrahlen eingeschaltet ist, natürlich auch in beliebiger anderer Richtung), und der Schirm, worauf das Bild aufgefangen wird, sei parallel mit der Ebene der die Oeffnung tragenden Wand.

1) Die Lichtquelle sei ein *Punkt* und die Oeffnung sei ein *Punkt,* dann ist auch das Bild ein *Punkt.*

2) Die Lichtquelle sei ein *Punkt* und die Oeffnung ein *liegendes Quadrat,* dann ist das Bild ein *liegendes Quadrat* von gleicher Grösse wie die Oeffnung.

3) Die Lichtquelle sei eine Kugel oder, was optisch dasselbe ist, erscheine als eine *Kreisfläche* und die Oeffnung sei ein *Punkt,* dann ist das Bild eine *Kreisfläche,* welche von der Oeffnung aus gesehen, unter demselben Winkel erscheint wie die Lichtquelle selber.

4) Die Lichtquelle erscheine als eine *Kreisfläche* und die Oeffnung sei ein *liegendes Quadrat,* dann gibt es was für ein Bild? Ich habe, von der Ansicht ausgehend, derjenige Unterricht sei weit fördernder, wo der Schüler zum Selberdenken und Selberfinden angehalten wird, als wo in einem fort vorgetragen, d. h. Lehrstoff aufgetragen wird, bis jetzt, nachdem ich noch einige die Beantwortung erleichternden Andeutungen gegeben, diese Frage die Schüler selber beantworten lassen. Für die Zukunft werde ich mir nun aber diese Frage schon aus dem Register meiner physikalischen Knacknüsse ausstreichen müssen, da mir die Höflichkeit gegenüber denjenigen Lesern dieser Blätter, welche nicht meine Schüler sind, nicht gestattet, mich hierorts auch blos auf Andeutungen zu beschränken.

Wir können sagen, indem wir an 3) anknüpfen und dann zu 2) übergehen: Die Sonne schafft sich *für jeden Punkt der Oeffnung ihr kreisförmiges Abbild.* Da nun die Oeffnung die Form eines *liegenden Quadrates* hat, so müssen auch die kreisförmigen Abbilder der Sonne *in Form eines liegenden Quadrates geordnet sein,* oder aber,

indem wir an 2) anknüpfen und mit 3) fortfahren: *Jeder Punkt der Sonne schafft ein Abbild der quadratförmigen Oeffnung.* Da uns nun die Sonne als ein *Kreis* erscheint, so müssen auch die quadratförmigen Abbilder der Oeffnung *in Form eines Kreises geordnet sein.*

Was für ein Bild kömmt aber dabei heraus?

Wir erhalten den Umriss des Bildes, indem wir uns vorstellen, das Abbild des Gegenstandes (in unserem Falle die Kreisfläche wie in 3)), *mit seinem Mittelpunkte die Peripherie der Oeffnung* (in unserem Falle also eines liegenden Quadrates wie in 2)) *streifend, mache eine volle Umdrehung, ohne sich dabei aber um die eigene Axe zu drehen,* oder aber

das Abbild der Oeffnung, mit seinem Mittelpunkte der Peripherie des Abbildes, des Gegenstandes folgend, mache eine volle Umdrehung, ohne sich dabei aber um die eigene Axe zu drehen.

Unter „Mittelpunkt" des Abbildes ist hier ganz allgemein der gemeinsame Mittelpunkt der am meisten in horizontaler und verticaler Richtung von einander abstehenden Endpunkte und nicht etwa der Schwerpunkt der betreffenden Fläche verstanden.

Von den zwei untersten Figuren auf Taf. 8 gibt die vordere der ersten, die hintere der zweiten der soeben in Worten ausgedrückten Vorstellungen auch noch den nöthigen graphischen Ausdruck. Dabei ist die specielle Annahme gemacht, dass die Grösse des normalen Sonnenbildes und diejenige der Oeffnung einen gleich grossen Einfluss auf die Gestalt des Bildes ausüben, indem eben die Quadratseite gleich dem Kreisdurchmesser gesetzt ist. Auch ist, wie man sehen wird, der Sehwinkel, unter dem die Sonne erscheint, sechzigmal grösser angenommen, d. h. für 32 Minuten sind im Interesse der Deutlichkeit ebenso viele Grade gesetzt. Bezeichnen wir wie oben die Entfernung des Schirmes von der Oeffnung mit d, den Durchmesser des normalen Sonnenbildes mit a_1, so haben wir $\frac{^1/_2\ a_1}{d} = \text{tg } 16'$ oder $a_1 = 2\ d\ \text{tg } 16'$ oder nahe $= d\ \text{tg } 32'$ (welch' letzteres nur wenig grösser ist). Bezeichnen wir ferner den Durchmesser der Oeffnung mit γ_1, so frägt es sich einfach, was grösser sei d tg 32′ oder γ′. Je nach dem wird die Sonne oder aber die Oeffnung den grösseren Einfluss auf *Grösse* ***und*** *Gestalt* des Bildes ausüben. *Immer* aber sind beide dabei betheiligt. Es gibt nicht einen *Wendepunkt,* wo plötzlich das Eine zu wirken aufhörte, das Andere zu wirken begänne.

Was nun die verschiedenen Figuren betrifft, die das Bild überhaupt anzunehmen fähig ist, so ist die Zahl derselben eine ebenso grosse als diejenige der Formen, die die Oeffnung annehmen kann. Speciell für ein Drei-, Vier- oder Vieleck gilt der Satz: „Das Bild ist ein Abbild der Oeffnung, vergrössert nach jeder Richtung um den Radius des normalen Sonnenbildes und unterbrochen an jeder Ecke durch einen Kreisbogen, dessen Centriwinkel gleich dem Supplement des betreffenden Eckwinkels ist."

Für den Fall einer Sonnenfinsterniss, wo auch die Form der Lichtquelle eine andere ist, vermehrt sich natürlich die Zahl der möglichen Bilder noch mehr.

* * *

Ich hatte, als ich mich an die Abfassung meiner Abhandlungen machte, den Vorsatz gefasst, möglichst wenig das polemische Feld zu betreten. Bei der Beschreibung meiner Apparate nun ist es mir nicht schwer geworden, diesem Vorsatze in befriedigendem Grade nachzukommen. Denn wenn auch jedem dieser Apparate die Tendenz zu Grunde liegt, in ihm etwas zu liefern, was besser wäre als das mir bisher in dieser Richtung Bekannte, so hatte ich desshalb doch nicht nöthig, die Mängel des Bisherigen besonders herauszukehren. Ich konnte sie ja meist als bekannt voraussetzen und durfte folglich mein Bischen Kraft im Wesentlichen darauf concentriren, die Vorzüge der neuen Apparate gehörig in's Licht zu setzen. Was dann gar die harmlose „geographisch-astronomische Säule" betrifft, so bot dieselbe zu Polemik auch nicht die mindeste Veranlassung dar. Anders bei der letzten kleinen Abhandlung. Da wird mir auch der friedfertigste Leser zugestehen, dass es ohne Polemik schlechterdings nicht abgehen *konnte.* Galt es

doch einen bisherigen Irrthum zu berichtigen. In solchen Fällen scheint mir der Ausspruch desjenigen Philosophen, welcher trotz des ihm angehängten „Epitheton ornans“ denn doch nicht immer geweint zu haben scheint, zuzutreffen: „πολεμος πατηρ παντων!“ Freilich wird man mir auf diese antike Weisheit mit dem modernen Bonmot erwidern: „Beaucoup de bruit pour une omelette!“ Gewiss, mehr als eine Omelette ist es nicht, was ich dem freundlichen lesenden Gaste geboten habe. Aber ist eine Omelette denn nicht immer noch mehr werth als die bisher an ihrer Stelle servirten, wie wir jetzt wohl überzeugt sind, entschieden unverdauliche Substanz enthaltenden Bonbons?

Nachwort.

Zu den Pflichten, denen nachzukommen es keine Selbstüberwindung kostet, und deren Nichterfüllung eben desshalb am schmerzlichsten empfunden wird, gehört die Pietät. Sie ist es, der wir folgen, wenn wir auch an dieser Stelle (vergl. die Schlussbemerkungen zum Programme unsrer Anstalt pro 1882—83) des ganz unerwarteten, fast jähen Todes unsers getreuen Mitarbeiters, *Ludwig Georg Kühlenthal,* gedenken. Ein Gehirnschlag riss den noch nicht vierzigjährigen Mann (er lebte vom 3. October 1842 bis 25. März 1882) mitten heraus aus einem segensreichen Wirken auf dem Felde der Schule, der Kunst, der Technik, der gemeinnützigen Vereinsthätigkeit. Solche Todesfälle, welche unsre menschliche Einsicht nicht zu vereinbaren weiss mit unsern Ideen von Zweckmässigkeit und Gerechtigkeit, lassen uns nur den Aufschrei zum *Ewigen,* über das Gesetz der Natur *Erhabenen,* das Sittengesetz handhabenden *Höchsten* übrig, so dass wir einstimmen in den Klagegesang der St. Galler Mönche in den „Grafen von Toggenburg“ von *C. G. J. Sailer**, dessen für uns immer noch nicht geschlossener beredter Mund hiemit zum dritten Male in diesen Blättern zu uns spricht:

Aus der Tiefe uns'res Herzens,
Mit der vollen Wucht des Schmerzens
Rufen wir zu Dir, o Herr!
Keine Jugend, keine Tugend,
Keine Güte, keine Blüthe
Bietet vor dem Tod Gewähr!

* Vid. dessen von seinem Schwiegersohne, unserm früheren Collegen, *Dr. Ferd. Bertsch-Sailer,* Gründer und Leiter des internationalen Erziehungsinstitutes Concordia, zuerst in St. Gallen, jetzt in Zürich, mit ebenso viel Pietät als Fleiss gesammelten Werke, St. Gallen, Altwegg, 1872.

Uebersicht über den Inhalt

(worin zugleich einige Errata corrigirt sind).

(Corrig. pg. I: Ausgegeben Anfangs August 1882.)

Zum Andenken an die Gründung der gemeinsamen Vertrags-Kantonsschule vor XXV Jahren pg. III—VII. Aus einer Rede von *C. G. J. Sailer*, Eröffnung der Anstalt, Contrahenten, jährliche Beiträge derselben pg. III. Die Mitglieder und Präsidenten des Kantonsschulrathes, Ueberwindung der Finanznoth durch Opfersinn pg. IV. Organisation, Disciplinarvorschriften, Lehrerschaft und Rectoratscommission, Programme mit wissenschaftlichen Beigaben, Umwandlung in die Staatsschule pg. V. Aus einer zweiten Rede Sailers (corrig. pg. VI, lin. 14: Schöpf.) pg. VI. Schülerfrequenz nach *Conrector Delabar* pg. VII.

Vorwort zu den wissenschaftlichen Abhandlungen (corrig. VIII, 38 nonum.) **pg. VIII.**

I. Ueber einige neue chemische Apparate des chemischen Laboratoriums der St. Galler Kantonsschule pg. 1—53.

1. Glühofen für Gasfeuerung pg. 1—7.

Modell I und II, Beschreibung des letzteren pg. 1, col. I. Stativ, Gang der Verbrennungsgase 2 I. Das Charakteristische der Construction, Verwandtschaft mit dem *Perrot*'schen Ofen, Construction des Brenners 2 II. Flamme desselben 3 I. Regulirung der Flamme 3 II. Beschickung und Entleerung, Wirksamkeit des Ofens, Gold schmilzt leichter als Kupfer 4 II. Exacte Proben 5 I. Carrarischer Marmor ist reiner als isländischer Doppelspath, Vorlesungsexperiment 5 II. Specielle Verwendbarkeit des Ofens zur Aufschliessung der Silicate, Aufschliessung einiger schwer zersetzbarer Silicate unter ausgesucht ungünstigen Zertheilungsbedingungen (da die Redaction der betreffenden Stelle etwas unklar ist, so sei hier ausdrücklich bemerkt, dass jedes der genannten vier Silicate natürlich für sich allein mit kohlensaurem Alkali aufgeschlossen wurde), Benützung des Ofens mit Ausschaltung eines Constructionsbestandtheiles 6 I. Erste Construction von 1872, spätere Abänderungen 6 II.

2. Ofen für geschlossene eiserne Röhren zum Erhitzen von Substanzen bei hoher Dampfspannung pg. 7—9.

Grundgedanke der Construction, Brenner, beweglicher Verschluss 7 I. Träger für die Eisenröhren; die letzteren besitzen gewisse Vorzüge vor den sonst für den gleichen Zweck benützten Glasröhren, doch ist ihre Verwendbarkeit eine beschränkte 7 II. „Luft"- und „Metall"-Temperatur, Vorrichtungen zur Anbringung der Thermometer und des Thermostaten 8 I. Dass der Thermostat rechtzeitig eingreife, dafür ist eine richtige Placirung desselben Hauptbedingung, *Reicherts* Thermoregulator 8 II. Schornsteine, Temperaturverhältnisse, Gasconsum 9 I. Darstellung von s. g. Lignit und von Cellulose als Vorlesungsexperiment, Andeutung eines neuen Verfahrens zur Aufschliessung der Silicate 9 II.

3. Abdampf- und Trocken-Apparat mit Luft- und Wasser- oder Spiritusbad pg. 10—18.

A. Der Apparat mit Luftbad, Stativ, Brenner 10 I. Das eigentliche Luftbad, Blechmantel, Dach und Schornstein 10 II. Placirung von Thermostat und Thermometern 11 I. Schornstein-Hut, Trockenflasche, Lauf der Trockenluft 11 II. Vergleichung mit den beiden vorhergehenden Apparaten hinsichtlich des Verbrennungs- und Heizraumes, Betrieb des Apparates, Benützung desselben zum Trocknen, Wärmeverbrauchscurve 12 I. Einstellung des Thermostaten und des Brenners, Benützung des Apparates zum Abdampfen, Probeversuche 12 II. Schlüsse daraus (corrig. 13 I 50: Thermometer) 13 I. Vergleichung der Wirksamkeit des Apparates mit derjenigen anderer zu demselben Zwecke construirter 13 II. Zusammenstellung der vom Apparate gewährten Vortheile 14 I.

B. Apparat mit Wasser- oder Spiritusbad, Berechtigung der Flüssigkeitsbäder im Allgemeinen, gemeinsame Bestandtheile der Apparate A und B, besondere Bestandtheile von B, das eigentliche Flüssigkeitsbad 14 II. Kühler, Thermometer, Brenner, Wirksamkeit des Luftstromes, Wasserbad, Spiritusbad (corrig. 15 I 19: Halt in), specielle Verwendung des Spiritusbades 15 I. *Excurs über die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes der Milch,* Bestimmung der Trockensubstanz 15 II. Mittlerer Barometerstand und Wassersiedepunkt von St. Gallen 16 I. Bestimmung des Fettes und der Asche 16 II. Analogie zwischen der Untersuchung der Milch und derjenigen gegohrener Getränke, *Excurs über die Bestimmung des Alkohols, des Extractes und der Asche in gegohrenen Getränken,* Bestimmung des sp. Gew. in Gay-Lussac'schen Fläschchen 17 I. Gewinnung und Untersuchung des alkoholischen Destillates 17 II. Vorsichtsmassregeln zum Zwecke eine genaue Bestimmung des Alkohol- und Extract-Gehaltes zu ermöglichen 18 I. Untersuchung der Asche 18 II.

4. Abdampf- und Trocken-Apparat mit Wasserbad für Spiritusheizung pg. 18—19.

Veranlassung zur Construction des Apparates 18 II. Stativ, Wasserbad, Heizlampe 19 I. Beispiele von der Wirksamkeit des Apparates, nebensächliche Vortheile 19 II.

5. Der Abdampf- und Trocken-Apparat mit Wasserbad kleinsten Formates pg. 20.

Beschreibung, Verwendung und Wirksamkeit des Apparates 20 I.

6. Trockenkasten und vereinfachter Trocken-Apparat mit Luftbad pg. 20—21.

Zweck dieser Apparate, Trockenkasten 20 II, vereinfachter Trockenapparat 21 I.

7. Das Reagenscylinder- und Filtrirgestell pg. 21—22.

Zusammenstellung der von der neuen Construction gewährten Vortheile 21 I.

8. Der Apparat zur Ausscheidung des Arseniks mit nachfolgender quantitativer Bestimmung pg. 22—26.

Frühere Publicationen, Darlegung des Grundgedankens meines Verfahrens und des damit angestrebten Zieles, *Beschreibung von Apparat und Verfahren* 22 I. Beschreibung und Beschickung des Apparates 22 II. Destillation 23 I. Weitere Verarbeitung des Destillates, Darlegung der dem Verfahren eigenthümlichen Vortheile 23 II. Zusammenstellung derselben 24 II. *Anhang, über den Nachweis anderer metallischer Gifte neben Arsenik,* Beurtheilung meines Verfahrens durch *Dragendorff,* Zweck der durch mich veranlassten Versuche von *Ambühl* 25 I. Günstige Resultate mit Kupfer (Vers. 1), Zink (Vers. 2), 25 II; mit Blei (Vers. 3), Quecksilber (Vers. 4), Zinn (Vers. 5), Antimon (Vers. 6) neben Arsenik 26 I.

9. Der Apparat zum schnellsten und sichersten Nachweise des Arseniks in forensischen Fällen pg. 26—35.

Ursprünglich nur zum Vorlesungsapparat bestimmt, 26 II, wird er in seiner weitern Entwicklung zu einem vorzugsweise für Ernstfälle geeigneten, Beschreibung des Apparates 27 I. Beschreibung des Versuches, wenn er als Vorlesungsversuch ausgeführt wird, Vorbereitungen dazu 27 II. Vor- oder Prüfungsversuch 28 I. Hauptversuch, verschiedene Vorsichtsmassregeln 28 II. Vorzüge gebrauchter Glasgegenstände vor ungebrauchten, rasches Auftreten des Arsenikspiegels 29 I. Beweiskraft des Versuches, Wichtigkeit der Untersuchung der Leber des Vergifteten 29 II. Bedingungen zur Erzielung eines reinlichen Vorversuches (Beschaffenheit des Zinks, der Schwefelsäure, der Körke, des Kautschuks, des Kalis), Vorzüge der Verwendung des Kochsalzes in Kugelform, Panzerkugeln 30 I. Anfertigung der Kugeln, Protocolle über concrete Fälle, **A. Ein Versuch mit Panzerkugeln** 30 II. **B. Ein Versuch mit lauter nackten Kugeln** 31 I. Unterschied im Resultat 31 II. Arbeitstheilung zwischen dem Vortragenden und dem Assistenten, Ursache des raschen Auftretens des Arsenikspiegels 32 I.

Abänderungen wenn der Versuch im Ernstfalle ausgeführt wird 32 II. Erprobung des Verfahrens in einem wirklichen Vergiftungsfall (corrig. 33 I 48: vorletzten) 33 I. Ergebniss des qualitativen Nachweises, ausgeführt von Dr. Ambühl nach dem ältern Verfahren, Ergebniss nach dem neueren 33 II. Protocoll der letzteren Untersuchung, der Hauptversuch, aus dem die Anwesenheit einer sehr bedeutenden Menge von Arsenik im Magen der vergifteten Person resultirt, ist schon nach 12 Minuten beendet, quantitative Ermittelung des vorhandenen Arseniks 34 I. Berechtigung des *Otto*'schen Postulates, die Fernehaltung von Nicht-Chemikern betreffend, bei den bisherigen Arsenikaufsuchungsmethoden, dagegen Möglichkeit, Mediciner, Juristen etc. zum entscheidenden Versuche beizuziehen, bei meinem neuen Verfahren 34 II. Recapitulation der Vorzüge desselben; *Anhang, Nachweis anderer Metalle neben Arsenik*, günstiges Resultat mit Kupfer 35 I. Anwesenheit von Antimon nicht schädlich 35 II.

10. Die Reagensflasche für die quantitativ-qualitative Analyse pg. 35—36.

Beschreibung derselben 35 II. Zweck der quantitativ-qualitativen Analyse 36 I.

11. Instrumente zu einem verbesserten Verfahren der Milchprüfung pg. 36—46.

A. Theoretische Grundlagen. Das Verfahren soll eine weitere Entwickelung desjenigen von *Quesenne, Chevallier* und *Christian Müller* darstellen 36 I. Frühere Publicationen, Definition einiger Begriffe, mathematische Ableitung, 36 II, der „Milchfettformel" (III) 37 II, davon etwas abweichende Ableitung (corrig. 38 I 37: pg. 36); Ableitung, 38 I, der Formel (IV), Fettprocente und Differenz der Lactodensimetergrade der ganzen und der abgerahmten Milch 38 II. S. g. Volumprocente. Formel (V) und (VI) 39 I; (VII—X), Mittel zu einer vollständigeren und gleichförmigeren Aufrahmung 39 II. Noch zulässige Verdunstung 40 I. Zusatz von Natronhydrat, **B. Beschreibung von Instrumenten und Verfahren,** die nöthigen Instrumente, ein empfindlicheres Lactodensimeter 40 II. Anfertigung der Scala, Cremometer und Dihylisator 41 I. Galaktanthometer und Glascylinder 41 II. Mischflasche, Pipette, 6 N-Natronhydrat, Expansion in Folge des Natronzusatzes (corrig. 42 I 2: Aufrahmen so) 42 I. Aufsuchung passender griechischer Bezeichnungen für die neuen Instrumente 42 II. „Galaktanthometer" 43 I. „Dihylisator", Beschreibung des Verfahrens 43 II. Vorzüge und Nachtheile des Aufrahmens im Dihylisator und im Galaktanthometer 44 I. Verhaltungsmassregeln bei der Bestimmung des sp. Gew., Richtschnur für die Beurtheilung des Gehaltes einer Milch 44 II. Die *nöthigsten* Verbesserungen am bisherigen Verfahren, Milch bei Malzfütterung, Constantbleiben des sp. Gew. der Milch, **C. Eine Milch-Analyse als Beleg und zur Ergänzung,** dabei eingehaltenes Verfahren und verfolgter Zweck 45 I. Ergebnisse 45 II. Verschiedene Leistung des Dihylisators, des Galaktanthometers und des Cremometers, Berechnung des sp. Gew. der Milchfettkügelchen, „Milchfett" und „Milchfettkügelchen" nicht identische Begriffe 46 I. Berechnung des Factors a 46 II.

12. Apparat für die Theorie der Verbrennung pg. 46—47.

Kritik der üblichen Ausdrucksweise 46 II. Beschreibung des Apparates 47 I.

13. Apparat, um die Wärmeleitung und Wärmeströmung in Flüssigkeiten zu zeigen pg. 47—48.

Die Wärme verbreitet sich mehr durch Strömung als durch Leitung, Beschreibung des Apparates 47 II. Experiment 48 I.

14. Zwei neue galvanische Elemente, ein kleiner Beitrag zum praktischen Galvanismus pg. 48—53.

Chromsäure statt Salpetersäure in den Grove'schen und Bunsen'schen Elementen 48 I. Chromsäure-Lösung für die Elemente ohne Thonzellen nach *Bunsen* (corrig. 48 II 49 Cr_2) 48 II. Abgeändertes Recept zur Anfertignng der Chromsäurelösung, orientirende Versuche mit verschiedenen Metall-Combinationen 49 I. Eisen-Blei ist eine praktisch brauchbare Combination, verbleites Eisen statt Blei, Spiralform oder Plattenform 49 II. Wirksamkeit der sich bildenden Kohlenschicht, Blosslegung der nach *Fuchs* dem Schmiedeisen zukommenden Structur 50 I. „Eisen- und Blei-Strom", Betrachtung über den wahrscheinlichen Verlauf des elektrolytischen Processes 50 II. Gleichungen nach alter und neuer Theorie 51 I. Verwendbarkeit der neuen Combination 51 II. Zweite neue Combination: Zink-Blei mit Thonzelle, Recept zur Anfertigung der Chromsäure-Lösung, Vorzüge dieser Combination 52 I. Einfachste Verbindung der Elemente, relative Grösse der beiden Hohlräume des Elementes 52 II. Mittel gegen die Vermengung der beiden elektromotorischen Flüssigkeiten, Ersetzung des Zinks durch Eisen 53 I. Verwendbarkeit der neuen Combination 53 II.

II. Die geographisch-astronomische Säule im Hofe der St. Galler Kantonsschule pg. 54—58.

Dreifacher Zweck der Säule, Bedeutung der Sonnenuhr als einer wirklichen Naturuhr 54 I. Die mechanische Uhr ersetzt in dieser Hinsicht die Sonnenuhr nicht 54 II. Aufstellung der Horizontal-Sonnenuhr von Endl und Walk 55 I. Die Dachkappe derselben bildet zugleich die Basis für ein aufzustellendes Fernrohr, Inschriften auf den vier Seiten des Steines, Nordseite 55 II. Ostseite, Betrachtungen über Tageszeit und Datum auf verschiedenen Meridianen 56 I. Südseite 57 I. Westseite, Bedeutung des Sockels 57 II. Stein und Lettern 58 I. Kantonsschul-Monument, Mitwirkung von *Prof. Güntensperger* 58 II.

III. Ueber die Form des Sonnenbildes pg. 59—62.

Behandlung des Gegenstandes durch Müller 59 I, Wüllner 59 II, Mousson 60 I, Fliedner, meine eigenen Anschauungen 60 II.

Nachwort pg. 62.

Hinscheid von *G. L. Kühlenthal.*

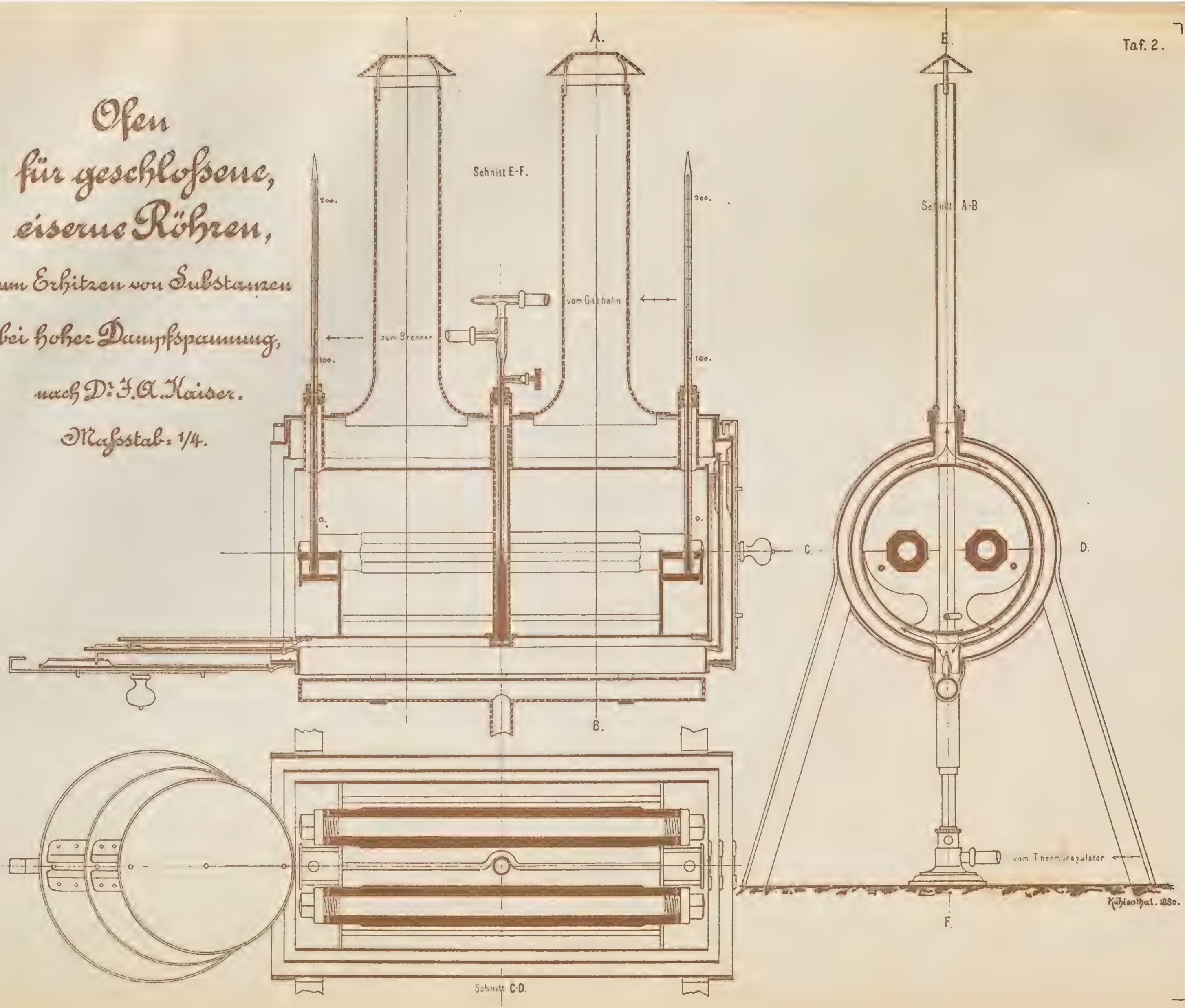
Geschlossen den 30. Juli 1882.

Ofen
für geschlossene, eiserne Röhren,

zum Erhitzen von Substanzen bei hoher Dampfspannung,

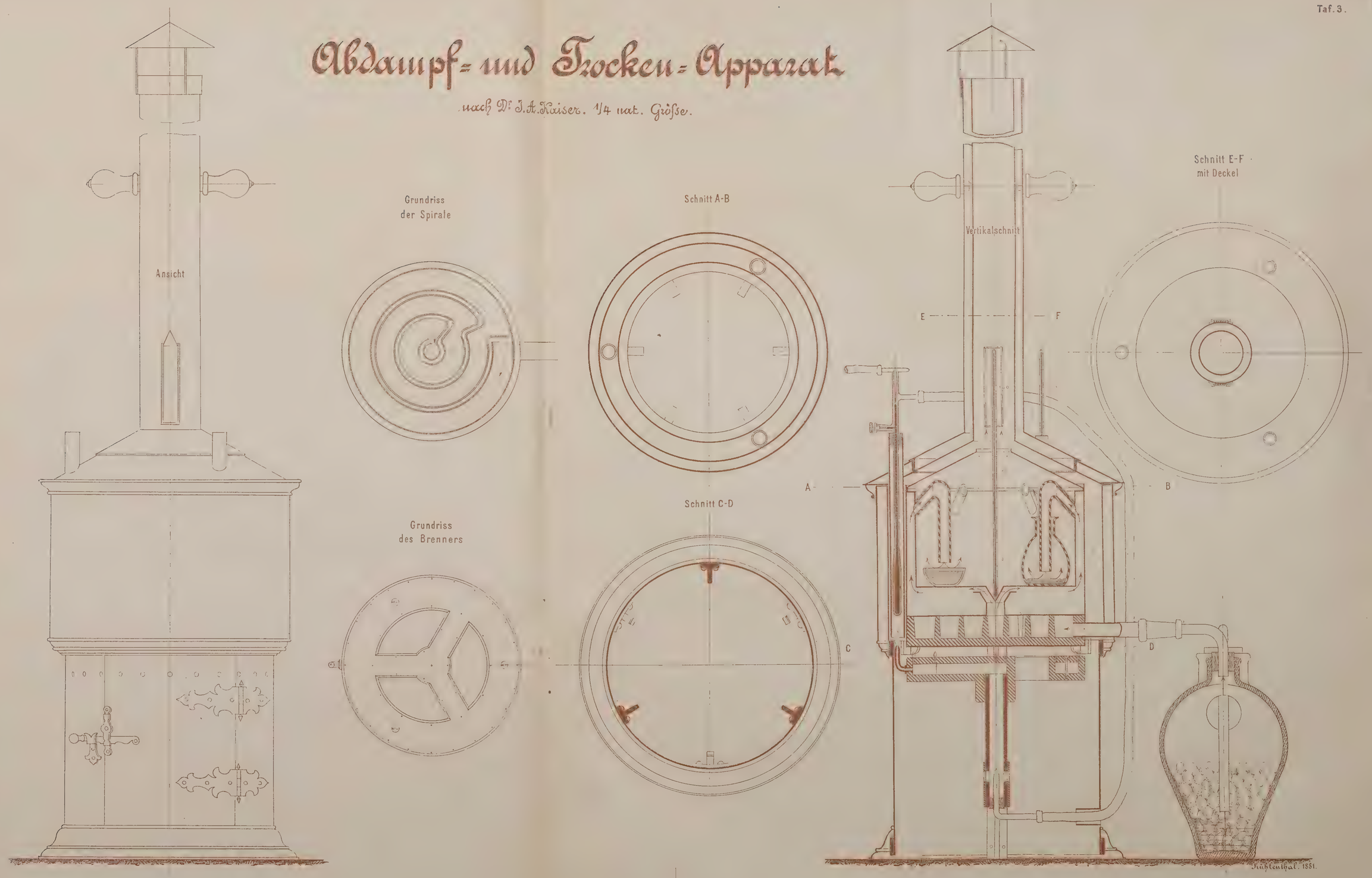
nach Dr. J. A. Kaiser.

Maßstab: 1/4.



Abdampf- und Trocken-Apparat

nach Dr. J. A. Kaiser. 1/4 nat. Grösse.

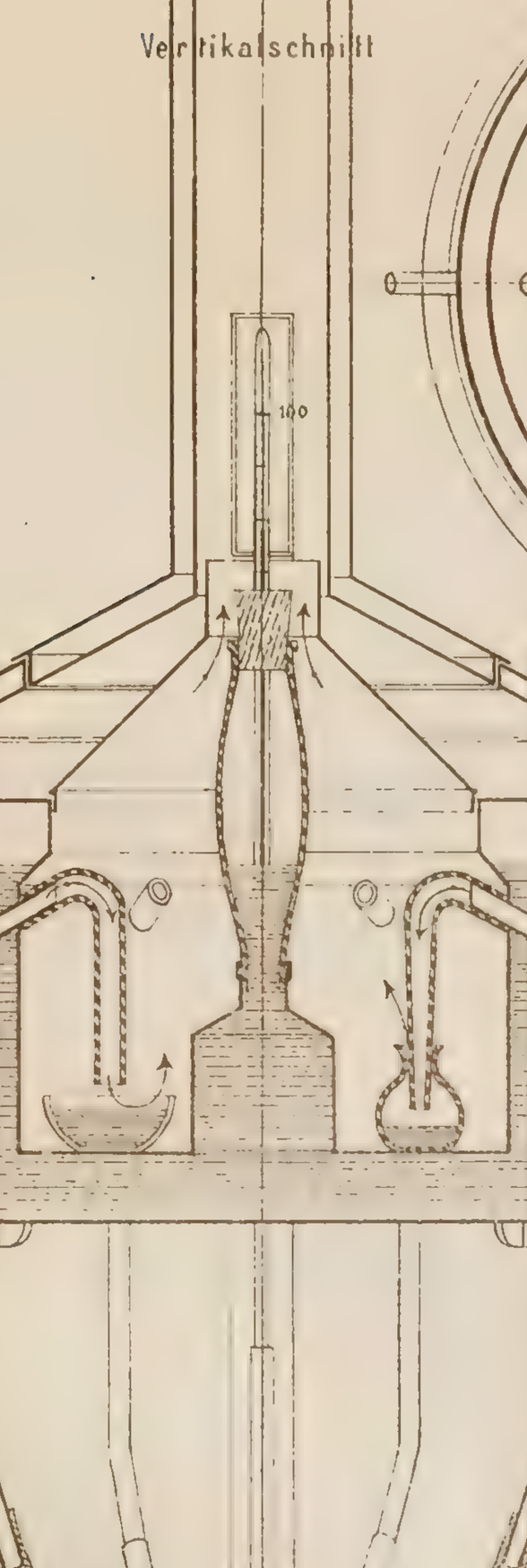


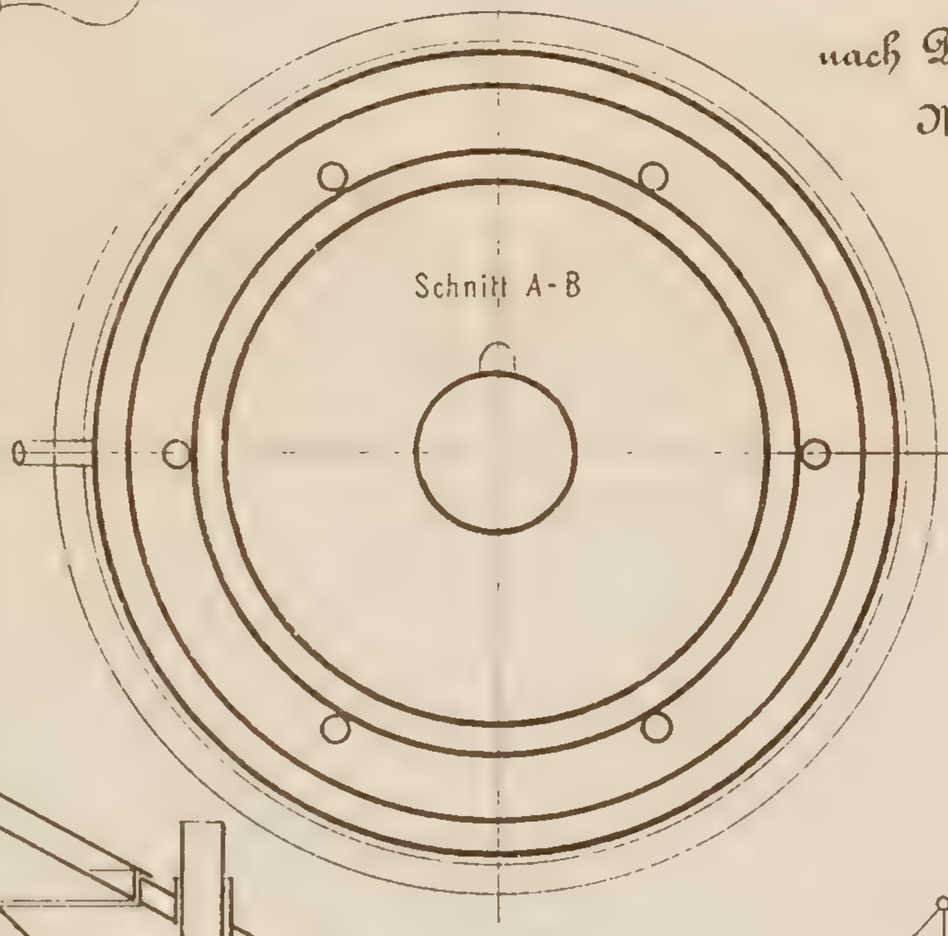
Abdampf- und Trocken-Apparat

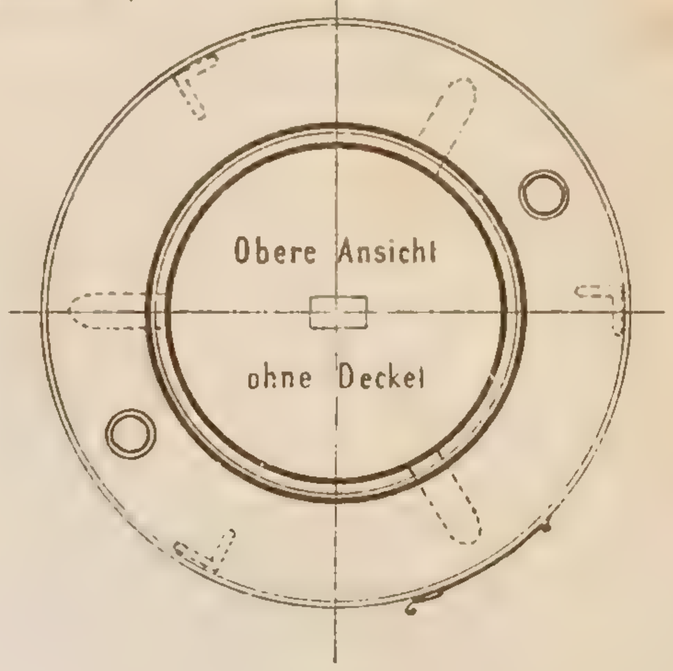
mit Wasser- od. Spiritusbad, mit Wasserbad,
kleinsten Formates,
mit Spiritusheizung.

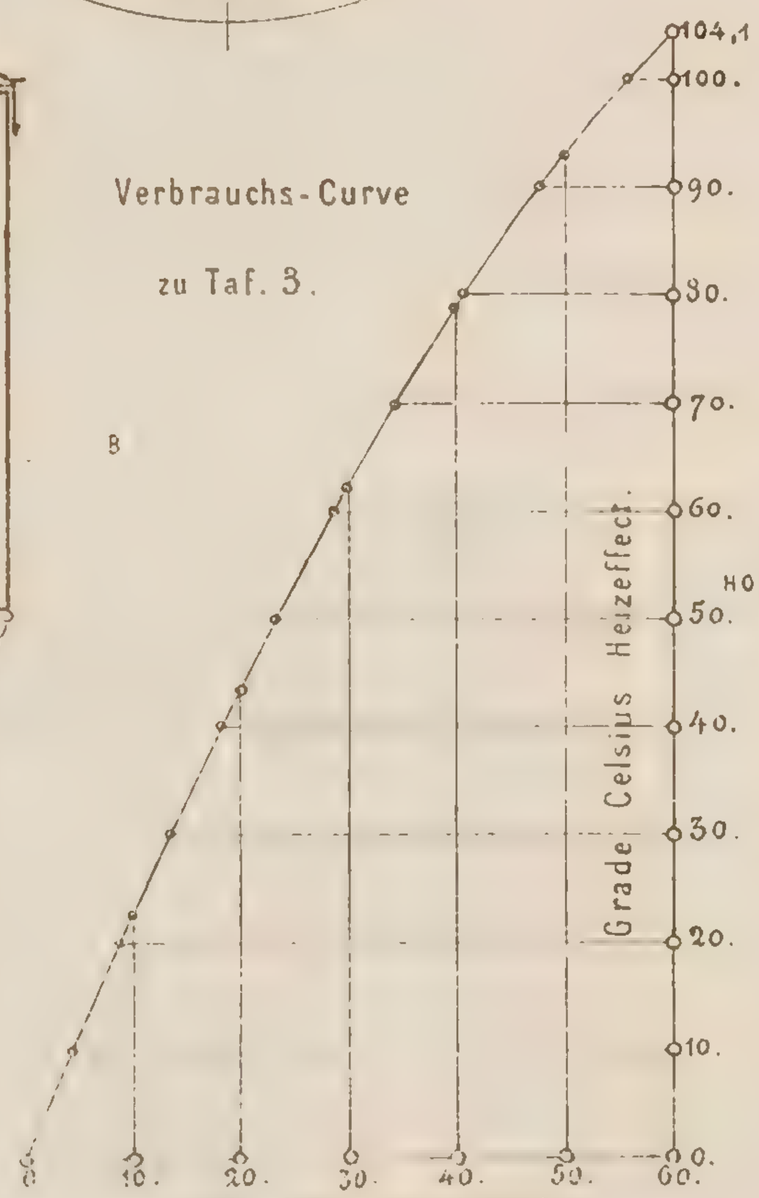
nach Dr. J. A. Kaiser.

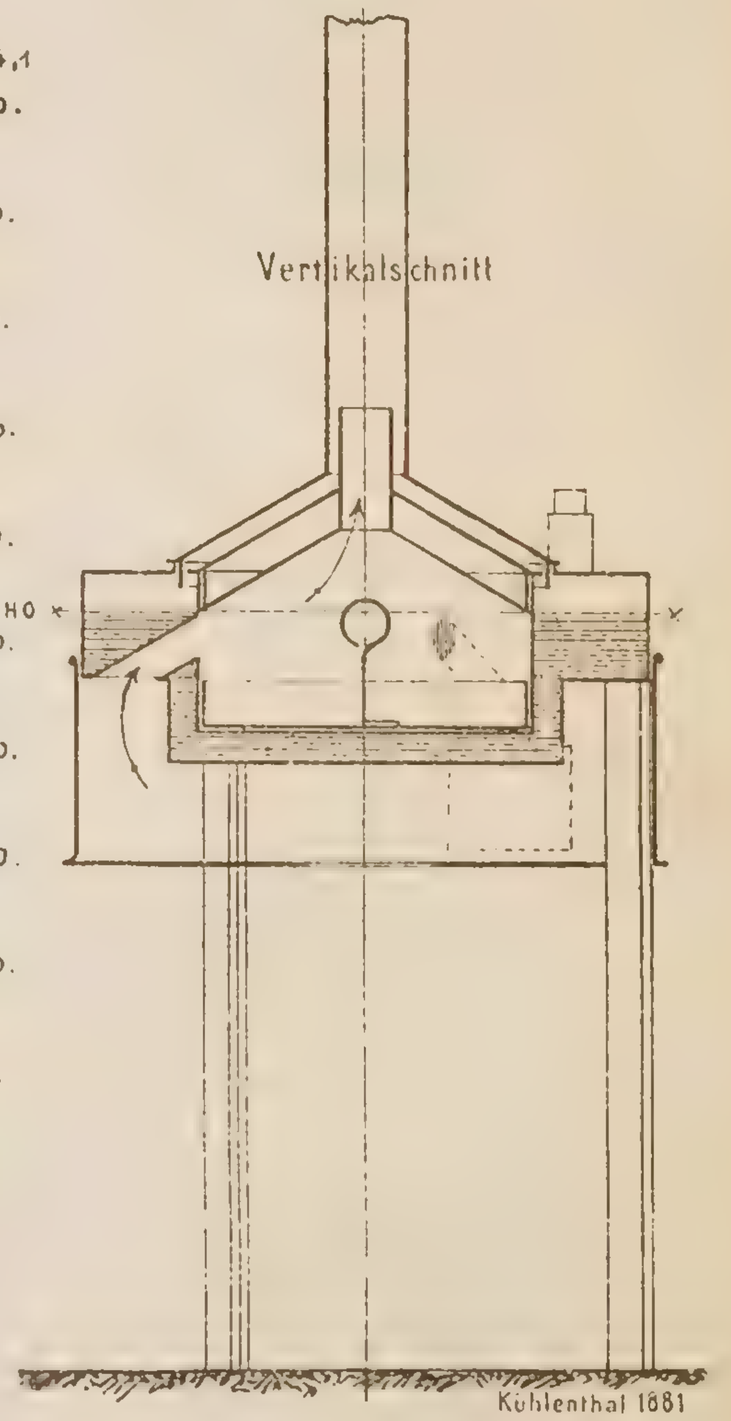
Maafstab = 1/4.









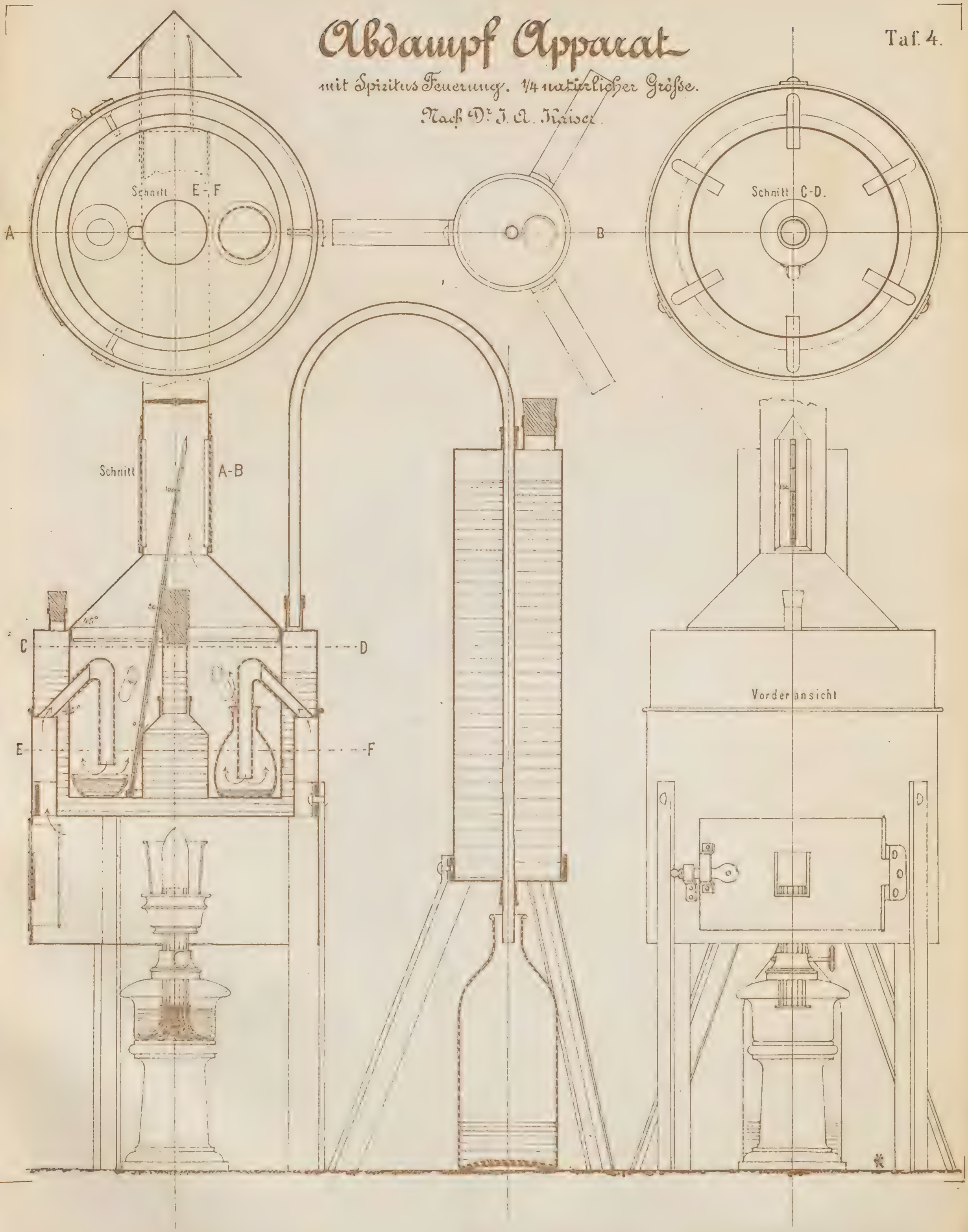


Abdampf Apparat

mit Spiritus Feuerung. 1/4 natürlicher Grösse.

Nach Dr. J. A. Kaiser.

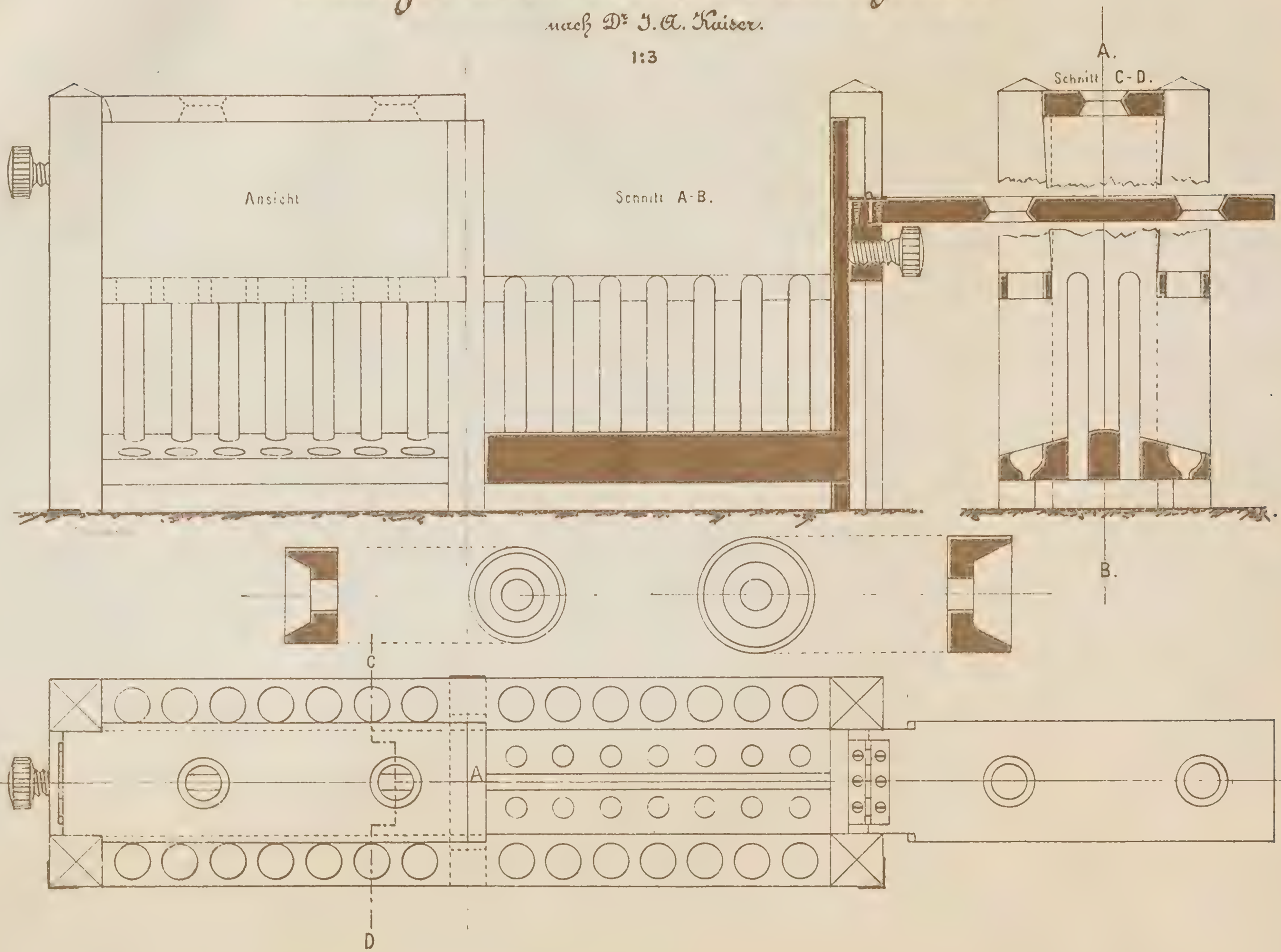
Taf. 4.



Reagenzcilinder-und Filtrirgestell

nach Dr J. A. Kaiser.

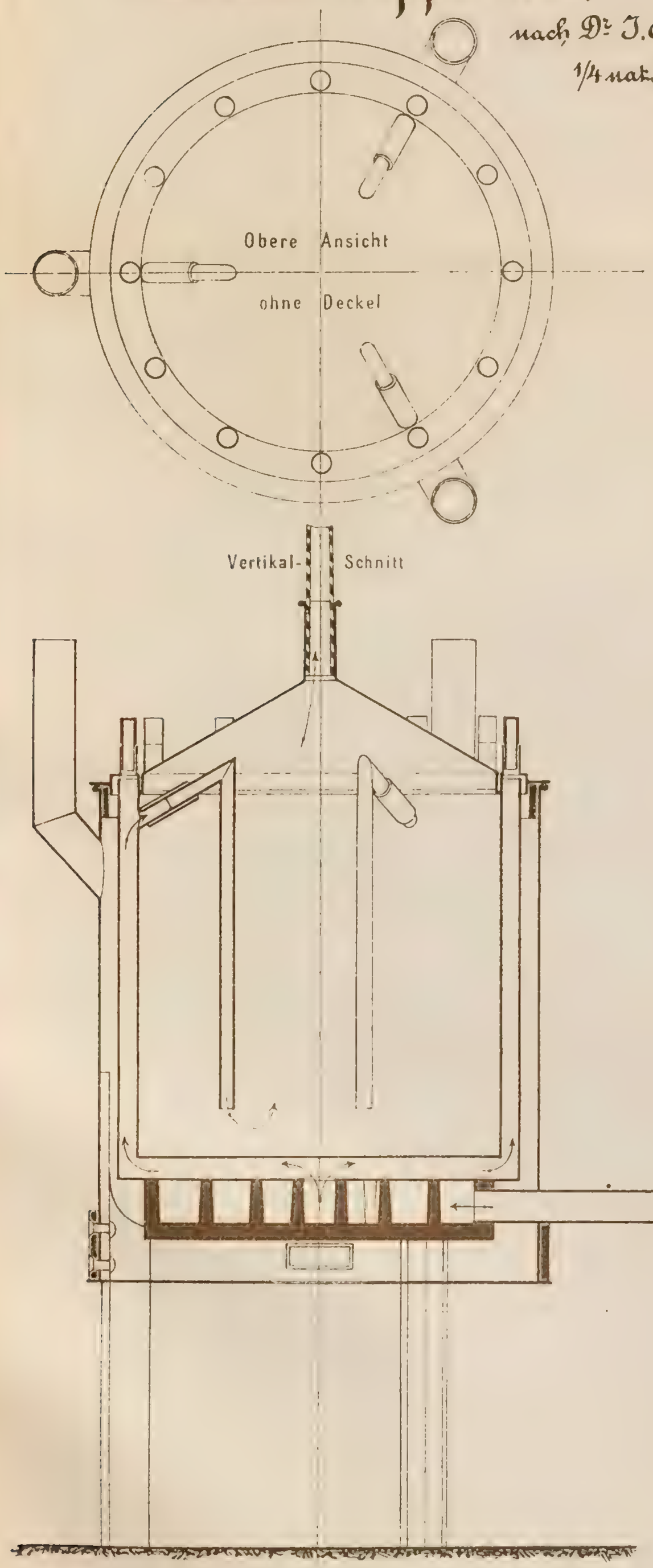
1:3



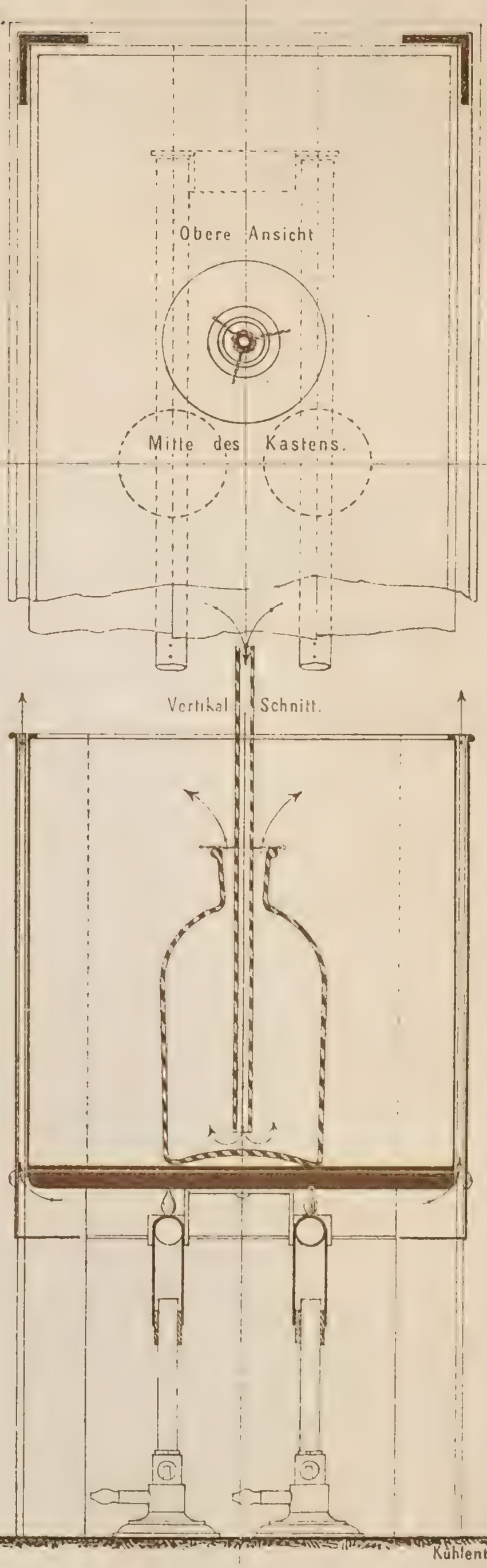
Vereinfachter Trocken-Apparat,

nach Dr J. A. Kaiser.

1/4 nat. Grösse.



Trockenkasten,

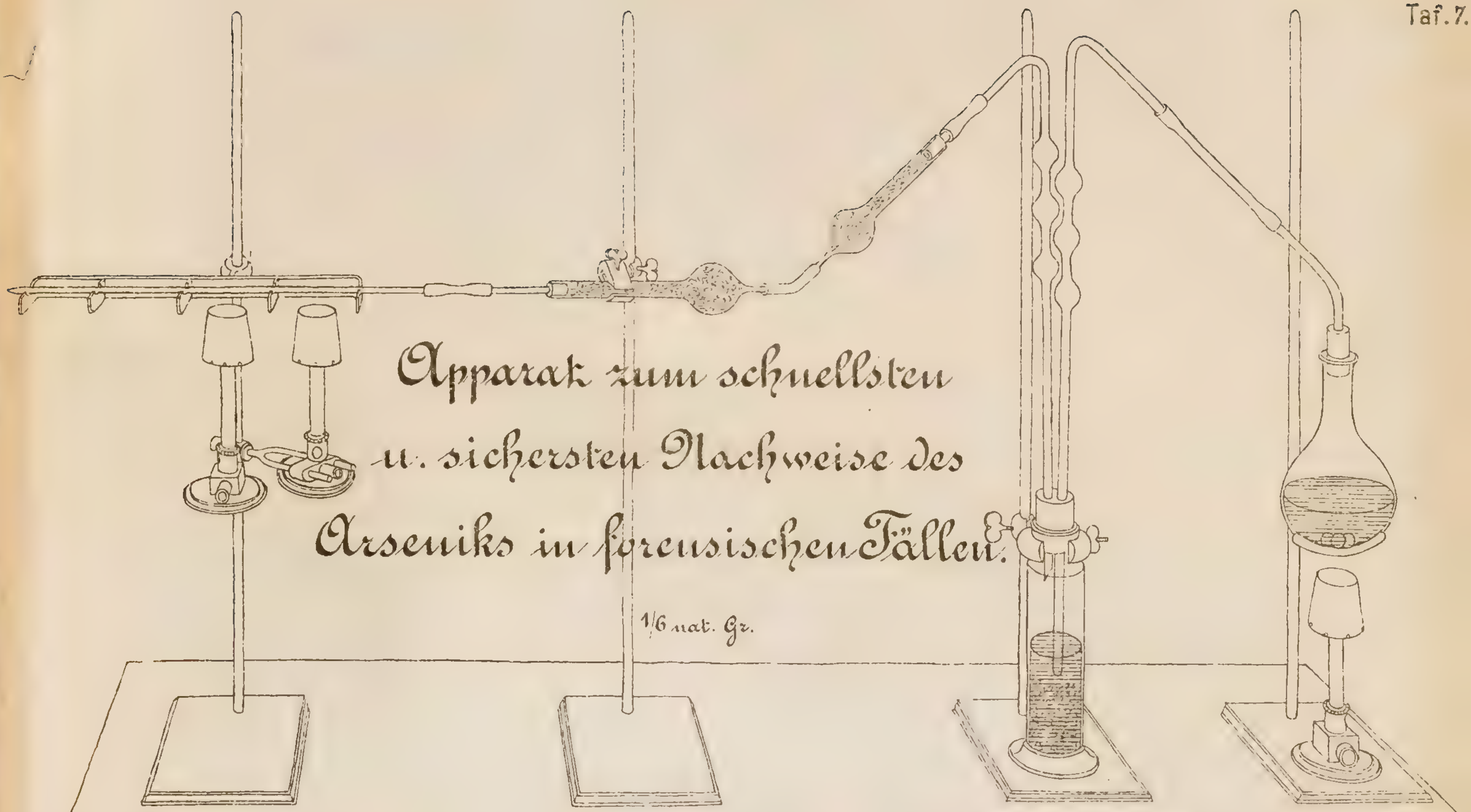


Kühlenthal 1881

Taf. 7.

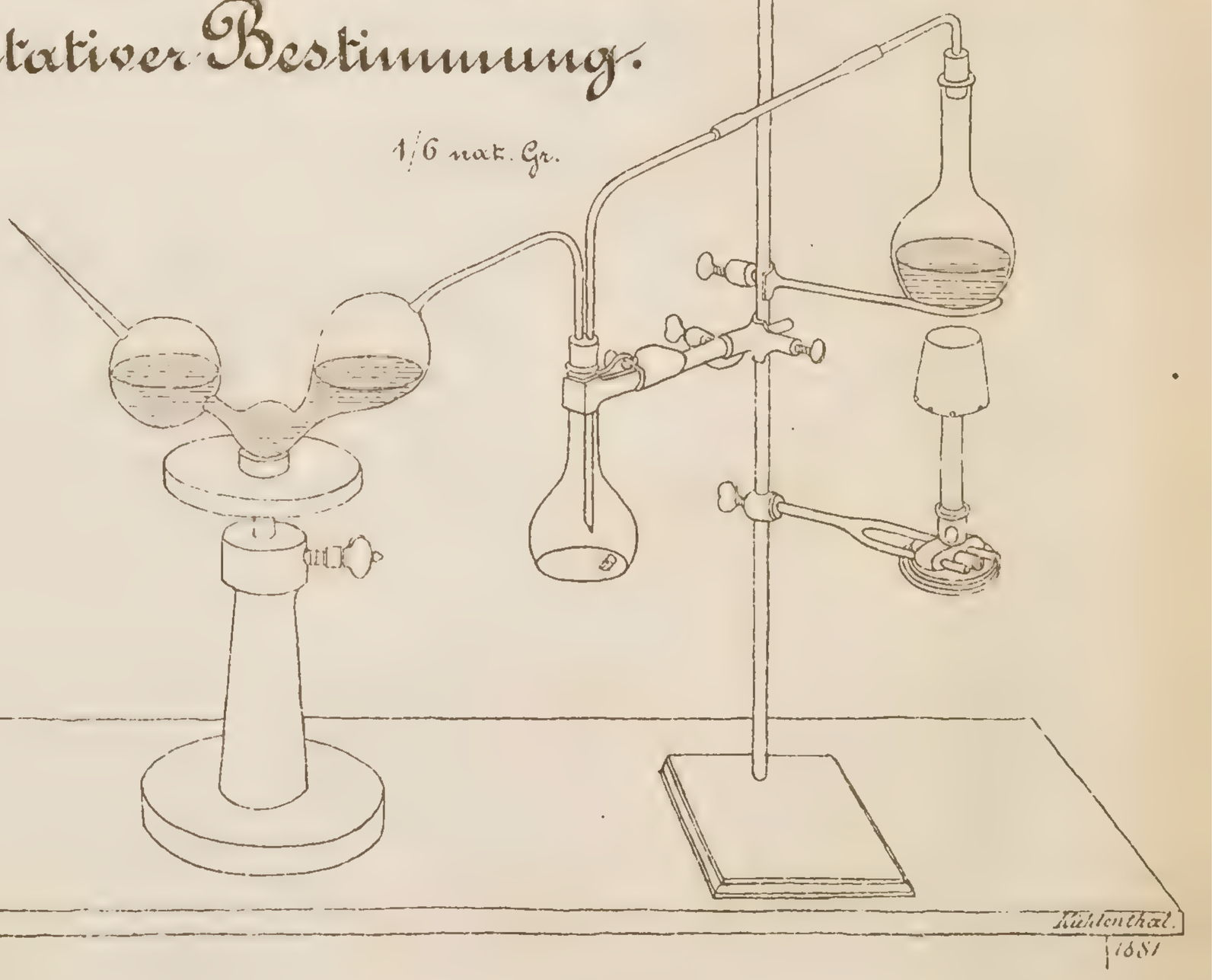
Apparat zum schnellsten u. sichersten Nachweise des Arseniks in forensischen Fällen.

1/6 nat. Gr.

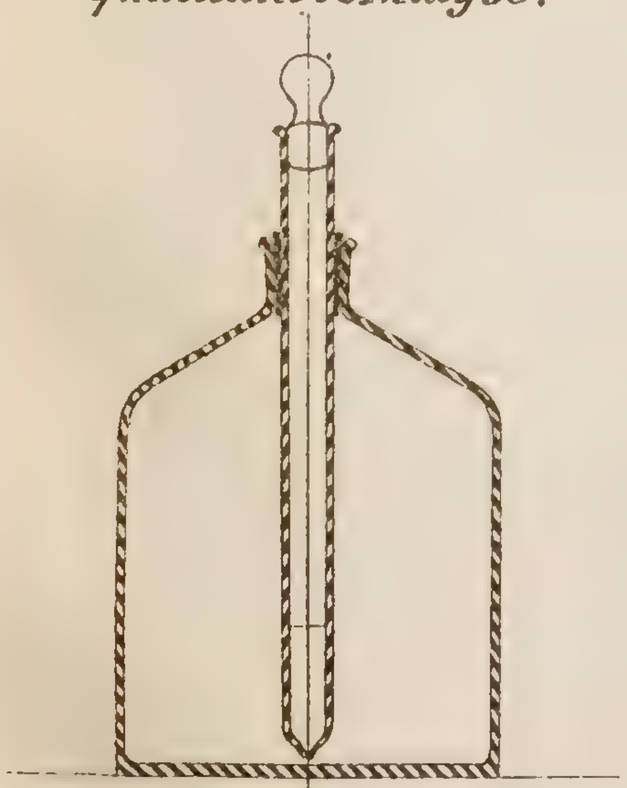


Apparat zur Ausscheidung des Arseniks mit nachfolgender quantitativer Bestimmung.

1/6 nat. Gr.



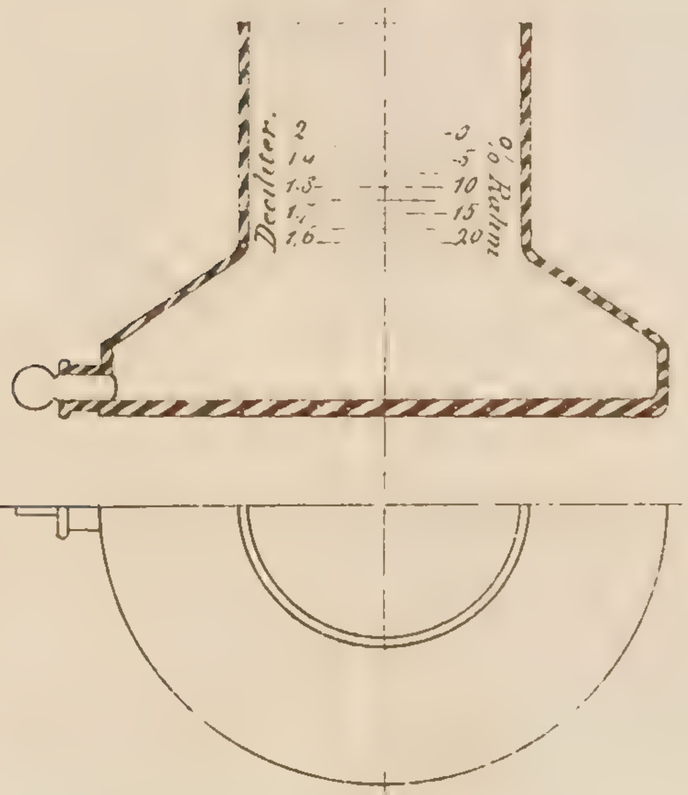
Flasche für die quantitativ-qualitative Analyse.



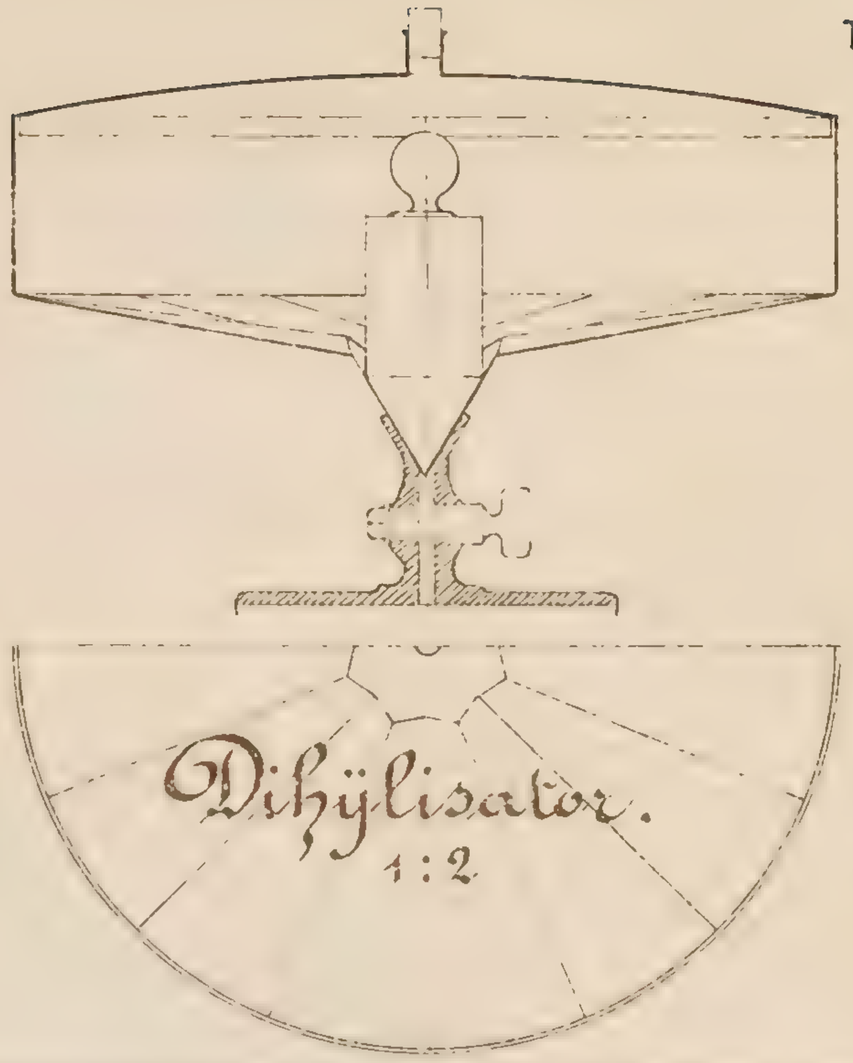
1:2

Kühlenthal. 1881

Cremorimeter.

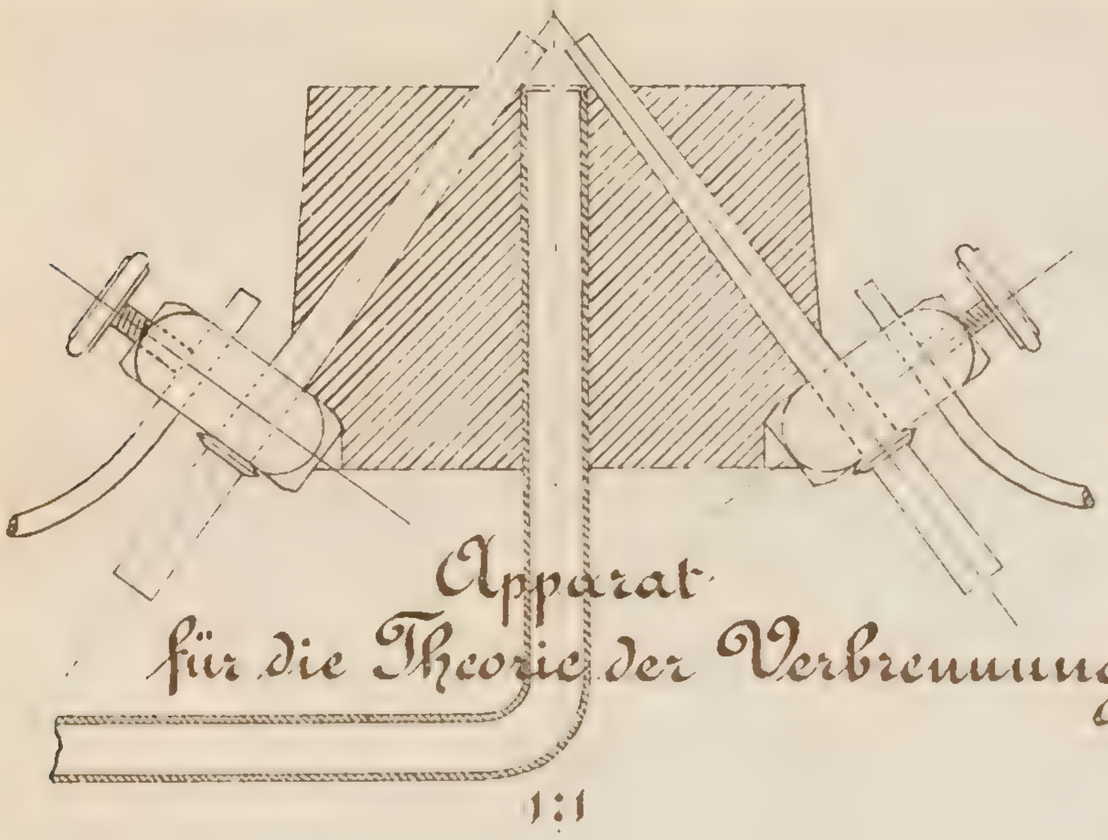


1:2



Dikylisator.

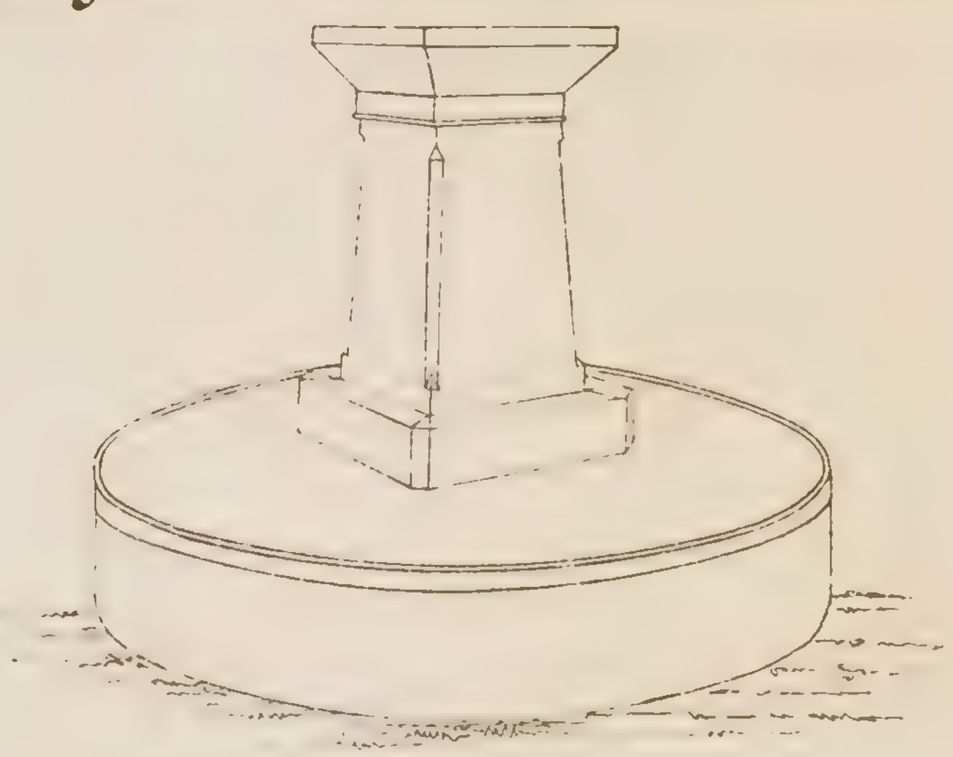
1:2



Apparat für die Theorie der Verbrennung.

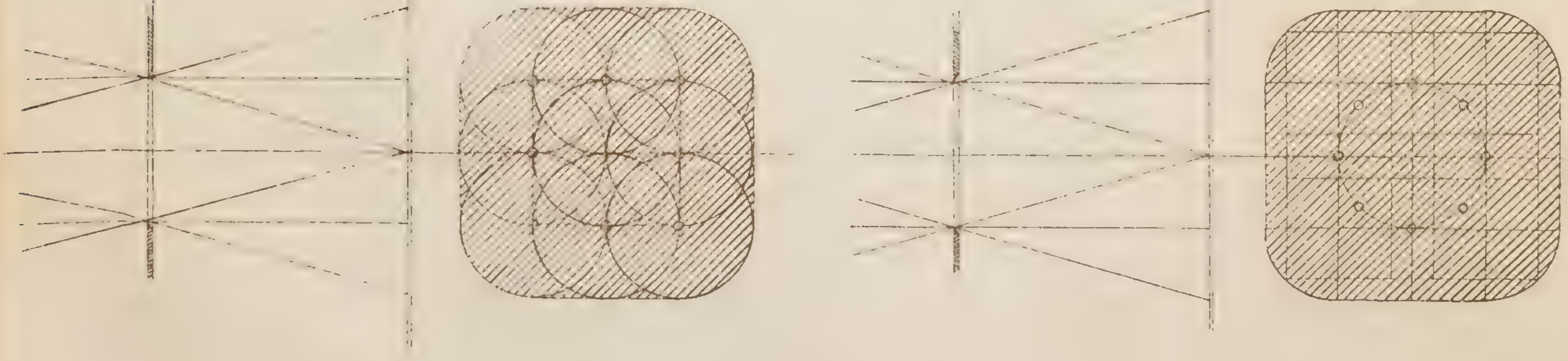
1:1

Geographisch-astronomische Säule.

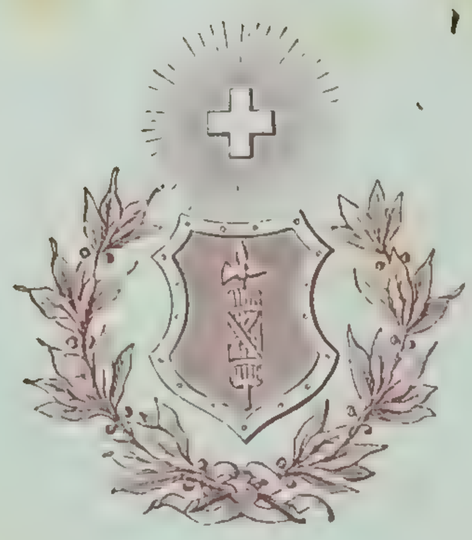


1:20.

Form des Sonnenbildes.



Kühlenthal 1531.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kaiser, Joseph Adolph

Wissenschaftliche Beigabe zum Programm der St. Galler Kantonsschule
Zugleich Festschrift zu Ehren des XXV-jährigen Bestandes einer gemeinsamen Kantonsschule ; ausgegeben gegen Ende des Schuljahres 1881/82

St. Gallen 1882

4 Chem. 17 p
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11481659-7